



ESCOLA POLITÉCNICA SUPERIOR DE FERROL
GRADO EN INGENIERÍA NAVAL EN PROPULSIÓN Y
SERVICIOS

PROYECTO FIN DE GRADO

CUADERNO 12
“Equipos y servicios del buque”

PROY. Nº: 15106P

TÍTULO: **BUQUE TANQUE VOLGA-DON MAX DE PRODUCTOS
PETROLÍFEROS Y QUIMIQUERO TIPO II**

AUTOR: **ÁLVARO LARRAÑAGA DOPICO**
TUTOR: **RÁUL VILLA CARO**

FECHA: **DICIEMBRE 2015**

Fdo.: **Álvaro Larrañaga Dopico**

Fdo.: **Rául Villa Caro**

ÍNDICE

12.1 RPA	6
12.2 INTRODUCCIÓN	7
12.3 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO	7
12.3.1 NÚMERO DE EQUIPO	7
12.3.2 ANCLAS, CADENAS, CABLES DE REMOLQUE Y ESTACHAS	8
12.3.3 CAJA DE CADENAS	8
12.3.4 MOLINETES DE ANCLAS	8
12.3.5 CHIGRES	9
12.4 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO	9
12.4.1 BOTE SALVAVIDAS	9
12.4.2 BALSAS SALVAVIDAS	9
12.4.3 BOTE DE RESCATE	10
12.4.4 EQUIPO DE LAS EMBARCACIONES DE SALVAMENTO	11
12.4.5 CHALECOS SALVAVIDAS	11
12.4.6 TRAJES DE INMERSIÓN	12
12.4.7 AROS SALVAVIDAS	12
12.4.8 OTROS	12
12.5 SERVICIO CONTRA INCENDIOS Y SENTINA	12
12.5.1 SERVICIO DE SENTINAS	12
12.5.2 CONTRA INCENDIOS	14
12.5.2.1 SISTEMA DE CO ₂	15
12.5.2.2 EQUIPO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS	15
12.5.2.3 SISTEMA DE C. R DE LAS VÁVULAS DE COMBUSTIBLE	16
12.5.2.4 OTROS EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS	16
12.6 SERVICIO DE LASTRE	20

12.7 SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA	21
12.8 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES	22
12.8.1 COMPASES Y PILOTO AUTOMÁTICO	22
12.8.2 EQUIPOS AUXILIARES DE NAVEGACIÓN	22
12.8.3 ESTACIÓN DE RADIO. (SMSSM)	23
12.8.4 TELEGRÁFOS DE MÁQUINAS Y ALTAVOCES DE ÓRDENES	24
12.8.5 TELÉFONOS	24
12.8.6 LUCES DE NAVEGACIÓN	24
12.8.7 SEÑALES LUMINOSAS	25
12.8.8 ASTAS DE BANDERAS	25
12.8.9 SEÑALES ACÚSTICAS	25
12.8.10 BANDERA Y LIBRO DE SEÑALIZACIÓN	25
12.9 SISTEMA DE VENTILACIÓN EN CÁMARA DE MÁQUINAS Y ESPACIOS DE CARGA	26
12.9.1 VENTILACIÓN DE CAMARA DE MÁQUINAS	26
12.9.2 VENTILACIÓN EN ESPACIOS DE CARGA	26
12.10 SISTEMA DE AIRE ACONDICIONADO	27
12.10.1 EQUIPO DE ACONDICIONAMIENTO EN LA ZONA DE HABILITACIÓN	27
12.10.1.1 COMPRESOR DE AIRE ACONDICIONADO	27
12.10.1.2 BOMBA DE CIRCULACIÓN	27
12.10.1.3 VENTILADORES	28
12.11 EQUIPO DE CONTROL DE MOTOR PROPULSOR	32
12.12 EQUIPO DE ELEVACIÓN Y MANTENIMIENTO	34
12.12.1 EQUIPO DE IZADO EXTERIOR	34
12.12.2 EQUIPO DE ACCESO AL BUQUE	34
12.12.3 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS	34
12.13 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL	35

12.13.1 EQUIPO FRIGORÍFICO	35
12.13.1.1 CÁMARA FRIGORÍFICA	35
12.13.1.2 NEVERAS Y FRIGORÍFICOS CASEROS	36
12.13.1.3 FUENTES DE AGUA POTABLE FRÍA	36
12.13.2 EQUIPOS DE COCINA Y OFICIOS	36
12.13.3 EQUIPOS DE LAVANDERÍA	36
12.14 CALEFACCION DE LA CARGA	36
12.14.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO	36
12.14.2 NECESIDADES DE VAPOR	37
12.14.3 CALEFACCION DE LOS TANQUES	37
12.14.3.1 CALEFACCIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA	40
12.14.2 CALEFACCIÓN DE LOS TANQUES DE F.O	44
12.14.3 CALEFACCIÓN DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN DE F.O	45
12.14.4 CALEFACCIÓN DEL TANQUES DE USO DIARIO DE F.O	46
12.14.5 AIRE ACONDICIONADO	46
12.14.4 BALANCE TÉRMICO	47
12.15 EQUIPO DE LOS TANQUES DE LPG EN CUBIERTA	48
12.16 SERVICIO SANITARIO	51
12.16.1 CIRCUITO DE AGUA POTABLE	51
12.16.1.1 TANQUES DE AGUA POTABLE	52
12.16.1.2 TANQUE HIDRÓFORO	52
12.16.1.3 BOMBAS DE AGUA POTABLE	52
12.16.1.4 CALENTADOR DE AGUA DULCE SANITARIA	53
12.16.1.5 BOMBA DE CIRCULACION DE AGUA CALIENTE	53
12.16.3 EQUIPO TRATAMIENTO DE AGUAS RESICUALES	53
12.17 PROPULSOR DE PROA	54

12.18 BOMBAS DE CÁMARA DE MÁQUINAS	55
12.18.1 BOMBAS DE F.O Y D.O	55
12.18.2 BOMBAS DE REFRIGERACIÓN	56
BIBLIOGRAFÍA	57



DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA NAVAL Y OCEÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

CURSO 2.014-2015

PROYECTO NÚMERO 15 106P

TIPO DE BUQUE: BUQUE TANQUE VOLGA –DON MAX DE Y PRODUCTOS PETROLIFEROS Y QUIMIQUERO TIPO 2

CLASIFICACIÓN, COTA Y REGLAMENTOS DE APLICACIÓN : RMR. SOLAS. MARPOL. VOLGA&DON RIVER RULES AND MEDITERRANEAN TRADES

CARACTERÍSTICAS DE LA CARGA: Productos de petróleo y productos químicos 32.000 BLS . Tanque LPG 250 m3 en cubierta

VELOCIDAD Y AUTONOMÍA: 11,5 nudos en condiciones de servicio. 90 % MCR+ 15% de margen de mar. 4.500 millas a la velocidad de servicio.

SISTEMAS Y EQUIPOS DE CARGA / DESCARGA: Bombas de carga y descarga de pozo profundo en cada tanque. Calefacción en tanques de carga.

PROPULSIÓN: De acuerdo con proyecto

TRIPULACIÓN Y PASAJE: 15 Personas en camarotes individuales.

OTROS EQUIPOS E INSTALACIONES: Los habituales en este tipo de buques.

Ferrol, 27 DE JUNIO DE 2.015

ALUMNO: D. ALVARO LARAÑAGA DOPICO

12.2 INTRODUCCIÓN

En este cuaderno definiremos los equipos y sistemas principales del buque tanto de una forma descriptiva como determinando también las potencias o dimensiones de sus elementos cuando proceda.

Las dimensiones principales para el desarrollo del cuaderno:

L	139,37 m
Lpp	Información del cuaderno 7
B	16,60 m
D	6,00 m
T	3,60 m / 4,5 m
DESPLAZAMIENTO	6863,7239 / 8579,6548 Tons
CB	0,8040
CM	0,9952
Cp	0,8079
CWP	0,8693
Fn	0,1530
V	11,50 knots

12.3 EQUIPO DE AMARRE Y FONDEO

12.3.1 NÚMERO DE EQUIPO

El número de equipo se calcula con la siguiente fórmula:

$$NE = \Delta^{\frac{2}{3}} + 2B \cdot h + 0,1A$$

Dónde:

- Δ = Desplazamiento al calado de francobordo.
- B = Manga del buque
- h = Altura en metros desde la flotación en carga de verano hasta la cubierta superior, más la suma de las alturas en crujía de las superestructuras cuya manga sea superior a B/4. Como todos los niveles de la superestructura tienen una manga superior a B/4, h será la altura total desde la flotación hasta la parte alta de la superestructura y vale 7,683 m.
- A = Es el área en el plano de crujía por encima de la flotación, del casco y superestructuras de casetas con manga superior a B/4 = 4,15 m y vale 191,2 m².

Por tanto el número de equipo vale:

$$NE = 8579,6548^{\frac{2}{3}} + 2 \cdot 16,6 \cdot 7,683 + 0,1 \cdot 191,2 = \mathbf{694}$$

12.3.2 ANCLAS, CADENAS, CABLES DE REMOLQUE Y ESTACHAS

Con este número de equipo se obtiene:

- 3 anclas, con un peso por ancla de 2100 Kg
- 440 metros de cadena de 46 mm de diámetro
- 190 metros de cable de remolque
- 4 estachas de un mínimo de 160 m

12.3.3 CAJA DE CADENAS

El volumen de la caja de cadenas se obtiene de la siguiente ecuación:

$$V_{cc} = 0,082 \cdot d^2 \cdot l$$

Dónde:

- d = diámetro de la cadena
- l = longitud de la cadena
- Vcc = Volumen de la caja de cadenas

$$V_{cc} = 0,082 \cdot 46^2 \cdot 440 = \mathbf{7,63 m^3}$$

En este volumen no está considerado el espacio para el drenado ni el de caída de la cadena o acceso a la caja, es decir, que a la altura de caja de cadenas determinada por la formula habrá que sumarle 1,5 / 2 metros para la caída de cadena y acceso y 1 metro para el drenado.

12.3.4 MOLINETES DE ANCLA

Se montan dos molinetes en el castillo de proa. Estos se utilizarán en las maniobras de fondeo y leva de anclas. Cada uno estará situado a cada banda en la cubierta del castillo de manera que permitan la correcta estiba de la cadena en la caja de cadenas.

Los molinetes se montarán y diseñaran de acuerdo con las normas de la sociedad de clasificación. RS, PART IX, 6.3 ANCHOR MACHINERY

La sociedad nos dice que la velocidad de izado no debe ser inferior a 9m/min

Para el cálculo de la fuerza de tiro:

$$P = a \cdot d^2$$

Dónde:

- a = coeficiente igual a: 36,8 (Grado 1), 41,7 (grado 2), 46,6 (Grado 3)
- d = Diámetro de la cadena en mm.

$$P = 36,8 \cdot 46^2 = 77,87 \text{ kN}$$

La potencia de los molinetes se puede calcular de la siguiente forma:

$$\text{Potencia (CV)} = v \cdot (d^2 \cdot 6.5) / (60 \cdot 75 \cdot \eta)$$

Estimamos un rendimiento de 0,65 para molinetes

$$\text{Potencia (CV)} = 9 \cdot \frac{46^2 \cdot 6,5}{60 \cdot 75 \cdot 0,65} = 42,32 \text{ CV} = \mathbf{32,60 \text{ kW}}$$

12.3.5 CHIGRES

Se montará dos maquinillas de popa.

Las dos maquinillas de amarre de popa, serán para estachas de amarre de al menos 13 toneladas de carga de rotura, tendrán un tiro de 2,5 toneladas de tracción y recogerán las estachas a una velocidad de 20m/minuto.

Su potencia eléctrica estimada será de 18 kW

Al número de equipo de 694 le corresponde la letra R.

12.4 DISPOSITIVOS Y MEDIOS DE SALVAMENTO

En el solas capítulo III y el código internacional de dispositivos de salvamento (Código IDS) son los que proporcionan las normas internacionales aplicables a los dispositivos y medios de salvamento.

12.4.1 BOTE SALVAVIDAS

Nuestro buque contará con un bote salvavidas totalmente cerrado con capacidad para 16 personas de caída libre por popa. Estará colocado con un acceso para que todas las personas a bordo puedan embarcar en él en 3 minutos.

Al ser un buque petrolero-quimiquero, este bote salvavidas deberá estar protegido del fuego. Esto implica que podrá proteger durante 8 min como mínimo, hallándose a flote, al número total de personas a bordo cuando esté totalmente envuelto en llamas debido a la inflamación de productos inflamables.

Al tratarse de un bote de caída libre, estará dotado de un sistema de suelta que tenga dos mecanismos independientes que solamente puedan activarse desde el interior del bote salvavidas y este marcado con un color que contraste para ser fácilmente identificable. Dicho sistema estará protegido contra su utilización accidental o prematura y estará proyectado de modo que se pueda comprobar el mecanismo de suelta sin poner a flote el bote salvavidas.

12.4.2 BALSAS SALVAVIDAS

Además, el buque también contará con dos balsas salvavidas, hinchables con capacidad para 16 personas. Estas balsas deberán hincharse solas en caso de hundimiento del buque, aunque también podrán ser hinchadas cuando la tripulación lo crea conveniente.

Las balsas salvavidas estarán fabricadas de modo que puestas a flote puedan resistir 30 días a la exposición a la intemperie, sea cual sea el estado de la mar.

También tanto las balsas como sus accesorios deberán soportar ser remolcadas a una velocidad de 3 nudos en aguas tranquilas, cargadas con su asignación completa de personas y equipo, y con una de sus anclas flotantes largada.

Cada balsa llevará guirnalda salvavidas bien afirmadas alrededor de su perímetro y en su interior y estará provista de una boza resistente de 15 metros.

Tendrá también un toldo para proteger a los ocupantes de la exposición a la intemperie y que se despliegue automáticamente cuando la balsa esté a flote. En lo alto del toldo se instalará una lámpara de accionamiento manual que de una luz de color blanco y que podrá alumbrar de forma continua al menos durante 12 horas en todas las condiciones.

Dentro de la balsa se instalará una lámpara de accionamiento manual que pueda funcionar continuamente durante el mismo período y que se encenderá automáticamente cuando se monte la balsa.

12.4.3 BOTE DE RESCATE

Se dispondrá un bote de rescate rápido aprobado por la administración teniendo en cuenta las recomendaciones de la organización.

La finalidad de este bote es el rescate de las personas que caigan al agua o son barridas de las cubiertas, así como el reagrupamiento y aprovisionamiento de balsas en caso de naufragio.

El bote dispondrá de un dispositivo de puesta a flote idóneo aprobado por la administración. Al aprobar tal dispositivo, la administración tendrá en cuenta que ha de ser posible poner a flote y recuperar los botes de rescate rápidos incluso en condiciones meteorológicas muy desfavorables, y tendrá en cuenta también las recomendaciones de la organización.

La dotación máxima de este bote será de 6 personas.

El bote de rescate podrá maniobrar a una velocidad de al menos 6 nudos y podrá mantener dicha velocidad durante un mínimo de cuatro horas. Para ello, contará de un motor fueraborda adecuado.

Para cumplir sus funciones, contará con un medio de remolque permanentemente instalado y cuya resistencia sea suficiente para reunir o remolcar las balsas salvavidas. También estará dotado de una capota que cubra al menos el 15% de su eslora.

El bote irá adecuadamente guardado y el pescante para su desembarco será adecuado para esta función y no tendrá otro cometido.

12.4.4 EQUIPO DE LAS EMBARCACIONES DE SALVAMENTO

Para cumplir los reglamentos de seguridad en la mar, las embarcaciones de salvamento deben estar provistas de los siguientes elementos según indica la tabla:

	BALSAS	BOTE	BOTE DE RESCATE
Abrelatas	3	3	0
Achicador flotante	2	1	1
Ancla flotante	2	1	1
Aro flotante	1	2	2
Ayuda térmica	2	2	2
Baldes	0	2	0
Bengala de mano	6	6	0
Bichero	0	2	1
Bomba para completar el inchado	1	0	1
Botiquín de primeros auxilios	1	1	1
Boza	0	2	1
Cabo para remolcar	0	0	1
Cohete lanzabengalas con paracaidas	4	4	0
Compás	0	1	1
Cuchillo	1	0	0
Ejemplar de seales de salvamento	1	1	0
Equipo portátil de extinción de incendios	0	1	1
Equipo reparador de pinchazos	1	0	1
Espejo de señales diurnas	1	1	0
Esponja	2	0	2
Hachuelas	0	2	0
Instrucciones de supervivencia	1	1	0
Aparejos de pesca	1	1	0
Linterna eléctrica	1	1	1
Navaja	0	1	1
Proyector	0	1	1
Raciones de alimentos	15	15	0
Recipiente estanco al agua	15	15	0
Reflector radar	1	1	1
Remo flotante	2	0	2
Silbato	1	1	1
Tijeras	1	0	0
Vaso graduado de acero inox	1	1	0
Señal fumígena flotante	2	2	0

12.4.5 CHALECOS SALVAVIDAS

La regla III-7.3 del SOLAS prescribe que este tipo de buques estarán provistos de un chaleco salvavidas para cada una de las personas que viajen a bordo así como un número suficiente de los mismos para las personas encargadas de las guardias y para su uso en

embarcaciones de supervivencia alejadas.

En este buque contaremos por tanto con 15 de ellos en las zonas de habilitación, además de 7 situados en las proximidades de las balsas y otros 7 en el puente y en cámara de máquinas para las personas encargadas de las guardias. En cualquier caso serán fácilmente accesibles y su ubicación estará claramente indicada en el buque.

12.4.6 TRAJES DE INMERSIÓN

Habrá un traje de inmersión disponible por cada tripulante del bote de rescate (regla III-7.3 del SOLAS) por tanto 3 trajes de inmersión.

12.4.7 AROS SALVAVIDAS

Por tener una eslora comprendida entre 100 y 150 m, el buque contará con 10 aros salvavidas, distribuidos a lo largo de la eslora, repartidos equitativamente a cada banda. De estos, dos de ellos (uno a cada banda) contarán con una rabiza de 30m de longitud; otro irá situado en la popa del buque; la mitad de ellos 5 tendrán luces de encendido automático y de ellos, dos además contarán con señales fumígenas de encendido automático.

Los aros que estén provistos de rabiza flotante no serán los que tengan luces o señales fumígenas.

12.4.8 OTROS

- Se dispondrá de un aparato lanzacabos con un alcance de al menos 230 m, según establece la regla III-B18 del SOLAS.
- Se dispondrán doce cohetes lanzabengalas de socorro instalados en una caja de acero situadas en el puente de navegación o cerca de este, según lo dispuesto en la regla III-B-6.3 del SOLAS.
- Dispositivos radioeléctricos de salvamento: aparatos radiotelefónicos bidireccionales y dos respondedores de radas.
- Sistema de comunicación de emergencias interiores
- Sistema de alarmas
- Sistema de megafonía

12.5 SERVICIO CONTRA INCENDIOS Y SENTINA

12.5.1 SERVICIO DE SENTINAS

Se dispondrá de un sistema de achique de sentinas que permita achicar cualquier local estanco, por lo menos desde una aspiración, cuando el buque, con asiento normal, este adrizado o con una escora menos de 5 grados.

Para este fin se instalarán tanto en tanques como en cámara de máquinas pozos de achique y aspiraciones que, a través de sus correspondientes ramales, se conectarán a un colector principal.

La sociedad de clasificación nos indica lo que este sistema debe llevar en cada caso.

-Según *RS, 7 BILGE SYSTEM, 7.1 PUMPS*: Los buques autopropulsados serán provistos de al menos dos bombas motorizadas de Sentina. Las bombas centrifugas y con sistema de autocebado, en caso contrario deberá haber un sistema de aspirado. Se recomienda que una de las bombas sea de pistón.

Si las bombas contraincendiosas usan también como bombas de sentinas deberán cumplir con los criterios del apartado 3.3.3.3, *part VI "Fire protection"*.

El caudal mínimo de cada bomba no debe ser inferior al de dicha fórmula:

$$Q = 5,65 \cdot 10^{-3} \cdot d_1^2$$

Dónde:

- d_1 = diámetro interior del colector principal.

$$d_1 = 1,68 \sqrt{L(B + D) + 25}$$

$$d_1 = 1,68 \sqrt{139(16,6 + 6) + 25} = 94,5349 \text{ mm}$$

El diámetro interior del colector será de **100 mm** aproximadamente.

Con este diámetro calculamos el volumen de las bombas:

$$Q = 5,65 \cdot 10^{-3} \cdot 100^2 = 56,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

El volumen de cada bomba de sentina será de **60 m³/h**

En definitiva se instalarán tres bombas para este servicio; dos centrifugas y una de pistón de 60 m³/h

La potencia de estas bombas es:

$$Pot = \frac{Q \cdot m \cdot c \cdot a \cdot p}{\eta}$$

$$Pot = \frac{60 \cdot 10 \cdot 9,8 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,6} = \mathbf{2,8 \text{ kW}}$$

12.5.2 CONTRA INCENDIOS

Del mismo modo que con los sistemas de salvamento, los de contra incendios están especificados en el SOLAS.

- 1) En los buques de carga las *bombas contra incendios prescritas, aparte de la de emergencia, si la hubiere, darán, a fines de extinción y a la presión exigida, un caudal de agua que exceda cuando menos en un tercio el caudal que, según la regla 18 del capítulo II-1, debe evacuar cada una de las bombas de sentina independientes de un buque de pasaje de las mismas dimensiones cuando se le emplee en operaciones de achique, aun cuando no será necesario en ningún buque de carga la capacidad total exigida de las bombas contra incendios exceda de 180 metros cúbicos hora.*
- 2) *Las bombas contra incendios serán de accionamiento independiente. Las bombas sanitarias, las de lastre, las de sentina y las de servicios generales podrán ser consideradas como bombas contra incendios siempre que no sean utilizadas normalmente para bombear combustible, y que si se les destina de vez en cuando a trasvasar o elevar fuel oil, estén dotadas de los dispositivos de cambio apropiados.*
- 3) *En buques de todos los demás tipos, cada una de las bombas contra incendios prescritas (con excepción de las bombas de emergencia prescritas por la regla 52 del presente capítulo) tendrá una capacidad no inferior al 80 por ciento de la capacidad total exigida dividida por el número de bombas contra incendios prescritas y en todo caso podrá alimentar el sistema del colector contra incendios en las condiciones estipulada.*
- 4) *Presión en el colector contra incendios: El diámetro del colector y de las tuberías contra incendios será suficiente para la distribución eficaz del caudal máximo de agua prescrito respecto de dos bombas contra incendios funcionando simultáneamente, salvo cuando se trate de buques de carga, en cuyo caso bastará con que el diámetro sea suficiente para un caudal de agua de 140 m³/h.*

Tal y como se especifica en dicha norma, ésta es de obligatorio cumplimiento para todos aquellos buques construidos con posterioridad al 1 de julio de 1986 y por tanto lo es para el buque proyecto.

El servicio contra incendios consta de los elementos que a continuación se enumeran:

- Bombas contra incendios.
- Bomba contra incendios de emergencia.
- Colector contra incendios.
- Mangueras contra incendios.
- Extintores portátiles.

- Sistema de extinción de incendios por espuma.
- Sistema contra incendios para cámara de máquinas.

12.5.2.1 SISTEMA DE CO₂

12.5.2.1.1 EXTINCIÓN DE INCENDIOS EN CÁMARA DE MÁQUINAS

Las reglas establecen un mínimo de un equipo fijo de extinción de incendios en la sala de máquinas.

Se dispondrá una instalación fija de CO₂ que dará cobertura a los espacios siguientes:

- Cámara de máquinas
- Local del servomotor
- Piso de calderas
- Pañol de pinturas
- Local del grupo de emergencia

De acuerdo con el convenio SOLAS, la cantidad de CO₂ disponible habrá de ser suficiente para rociar un volumen mínimo de gas libre igual al 35% del volumen mayor de los espacios protegidos.

El mayor volumen corresponde a la cámara de máquinas, cuya capacidad es de 1173 m³, por tanto el volumen de CO₂ deberá ser como mínimo de 410,55 m³

Al ser el volumen específico de CO₂ igual a 0,56 m³/kg la masa de gas necesaria es de = 733,13 kg.

Lo que equivale a 17 botellas de CO₂ de 45 kg cada una.

Las botellas serán almacenadas en un local situado en la superestructura del buque.

12.5.2.1.2 INERTIZACIÓN DE LOS TANQUES DE CARGA

El generador autónomo de gas inerte deberá proporcionar gas inerte suficiente durante el proceso de inertización de tanques y mantener una presión positiva en los tanques durante la navegación. El sistema de generación de CO₂ deberá tener capacidad para inyectar el gas en los tanques de carga en su proceso de descarga mediante dos ventiladores con capacidad de un 125% del caudal de descarga.

En el buque se ha dispuesto, para las operaciones de carga y descarga, una bomba de pozo profundo, de 200 m³/h de capacidad, en cada tanque.

Se supone que el máximo régimen de descarga será con todas las bombas trabajando a la vez, lo que implica un caudal de descarga de 1200 m³/h. Así cada ventilador deberá tener una capacidad de 750 m³/h. Suponiendo una presión de 10 mmca, la potencia será:

$$Pot = \frac{Q \cdot m \cdot c \cdot a \cdot p}{\eta}$$

$$Pot = \frac{750 \cdot 0,1 \cdot 9,81 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,6} = 0,35 \text{ kW}$$

$0,35 \times 2 = 0,7 \text{ kW}$ los dos ventiladores de CO_2

12.5.2.2 EQUIPO DE DETECCIÓN DE INCENDIOS

Se instalará un sistema de detección de incendios de ionización que tiene la ventaja de detectar el incendio en su primera etapa cuando se producen los gases que después entrarán en combustión. Los detectores se situarán en tanques de lastre, pique de proa, pañol de pinturas, cofferdams y espacios de máquinas, colocados a distintas alturas para detectar gases más ligeros que el aire, así como los más pesados.

En la habitación se dispondrá un sistema de detección de humos basado en células fotoeléctricas, que al oscurecer por el humo o iluminarse por reflexión de luz en las partículas de humo, se activan los originándose una señal eléctrica.

La señal de aviso de incendio será de forma óptica y acústica en el puente, así como en los espacios de máquinas y habitación. Estas señales deberán distinguirse claramente del resto de señales de alarma, de modo que con seguridad la señal de incendio sea percibida inmediatamente por la tripulación.

12.5.2.3 SISTEMA DE CIERRE RÁPIDO DE LAS VÁVULAS DE COMBUSTIBLE

Se instalará un sistema remoto de cierre rápido de válvulas de los tanques de combustible que permita el cierre de éstas desde un lugar situado fuera de la cámara de máquinas, preferentemente en cubierta.

12.5.2.4 OTROS EQUIPOS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS

12.5.2.4.1 BOMBAS DE CONTRA INCENDIOS

Según *RS PART VI "FIRE PROTECTION"*

Las bombas contra incendios no serán de menos de $\frac{4}{3}$ el caudal aspirado por las bombas de sentinas.

Por lo tanto: $\frac{4}{3} \cdot 60 = 80 \text{ m}^3/\text{h}$

Instalaremos dos bombas contra incendios de **90 m³/h**

Y absorberán una potencia de:

$$Pot = \frac{Q \cdot m \cdot c \cdot a \cdot p}{\eta} = \frac{90 \cdot 100 \cdot 9,81 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,6} = 42 \text{ kW}$$

También montaremos una bomba de emergencia.

Esta bomba tendrá un caudal no inferior a 40% de las bombas contra incendios.

$$0,4 \cdot 90 = 36 \text{ m}^3/\text{h}$$

Montaremos una bomba de emergencia de **40 m³/h**

$$P_{ot} = \frac{40 \cdot 30 \cdot 9,8 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,6} = 6 \text{ kW}$$

La bomba deberá estar equipada con un tanque de combustible de servicio suficiente para funcionar 3h a plena carga. A parte del tanque anterior deberá disponer de suficiente combustible de reserva fuera de la sala de máquinas para funcionar 15 horas. Suponemos 30 mca de presión que es la máxima que permite controlar las mangueras contra incendios.

12.5.2.4.2 COLECTOR CONTRA INCENDIOS

Según el SOLAS el diámetro del colector deberá ser suficiente para un caudal de agua de 140 m³/h, con una velocidad de al menos 2m/s, lo cual equivale a establecer un diámetro mínimo de:

$$Q = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot v$$

$$d = \sqrt{\frac{(Q \cdot 4)}{\pi \cdot v}} = 157 \text{ mm diametro mínimo}$$

12.5.2.4.3 MANGUERAS CONTRA INCENDIOS

Según lo establecido en la regla 4 deberán colocarse mangueras a razón de una cada 30 metros de eslora del buque más una de respeto, pero nunca menos de 5. Esto obliga a disponer de 5 mangueras más otra de respeto (sin incluir las exigidas en cámara de máquinas)

Estarán dispuestas en lugares bien visibles. Tendrán un diámetro de 70 mm. Al menos dos chorros de agua procedentes de distintas bocas contra incendios alcanzarán a cualquier parte del buque normalmente accesible.

Las mangueras de intemperie estarán en cajas metálicas. Las de interior se dispondrán en cajas de madera y las de cámara de máquinas sin cajas. Los acoplamientos de mangueras, bocas contra incendios y boquillas serán de bronce.

12.5.2.4.4 EXTINTORES PORTÁTILES

El número mínimo de extintores fijados por la norma es de:

- 3 en las zonas de habilitación y servicio.
- 2 en la sala de calderas.
- 6 en la sala de máquinas (uno por cada 375 kW de potencia de los motores principales).

Se instalarán extintores portátiles de 13,5 litros en un número total de 11 extintores. Los extintores serán de espuma y polvo seco.

En los puestos de control y demás espacios que contengan equipos eléctricos o electrónicos o dispositivos necesarios para la seguridad del buque, el agente extintor no será conductor en ningún caso de la electricidad ni podrá dañar los equipos eléctricos.

12.5.2.4.5 SISTEMA DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS POR ESPUMA

Las reglas establecen un mínimo de un equipo de espuma para la protección de los tanques de carga.

Según en el SOLAS regla 60, un buque deberá llevar, a fin de proteger la zona de cubierta de la zona de carga, un sistema fijo de extinción de incendios de espuma en cubierta.

El sistema de espuma instalado deberá ser capaz de sofocar un fuego producido en cualquier punto de la superficie de cubierta y en cualquier tanque de carga cuando la cubierta correspondiente haya sufrido daños.

Según lo establecido en la regla 61 la solución espumosa deberá tener una tasa no inferior a la mayor de las siguientes:

$$a) C1 = 0.6 \cdot B \cdot Lc$$

Dónde:

- C1 = (l/min) Caudal 1º
- B = (m) manga máxima del buque (16,6 m)
- Lc = (m) Eslora de la zona de carga (99 m)

$$C1 = 0.6 \cdot 16,6 \cdot 99 = \mathbf{986,04 \text{ l/min}}$$

$$b) C2 = 6 \cdot A$$

Dónde:

- C2 = (l/min) Caudal 2º
- A = (m²) Sección horizontal del tanque de mayor sección horizontal (72,73 m²)

$$C2 = 6 \cdot 72,73 = \mathbf{436,38 \text{ l/min}}$$

$$c) C3 = 3 \cdot E$$

Dónde:

- C3 = (l/min) Caudal 3º
- E = (m²) Superficie protegida por el mayor cañón lanzador, encontrándose toda esa superficie a proa del cañón.

La superficie E puede ser estimada sabiendo que, la distancia del cañón al extremo de la zona protegida a proa de él no debe ser superior al 75% del alcance del cañón, y que dicho alcance puede ser estimado en 35 m. La distancia protegida a proa del cañón según la eslora será de:

$$\sqrt{(0,75 \cdot \text{alcance})^2 - \left(\frac{B}{2}\right)^2}$$

$$\sqrt{(0,75 \cdot 35)^2 - \left(\frac{16,6}{2}\right)^2} = 24,9033$$

Por lo tanto el caudal C3 = 3 . 24,9033 . 16,6 = **1240,1843 l/min**

De los tres caudales, el mayor de ellos es el de C3 con un valor de 1240,1843 l/min y será el valor que se tome como caudal de espuma. Se admitirá además una mezcla de un 97% de agua y un 3% de espuma.

Los equipos incluidos en el sistema de contra incendios por espuma, son los siguientes:

- Bomba de agua del equipo contra incendios de espuma
- Bomba de espumógeno del equipo de contra incendios de espuma
- Tanque de espumógeno
- Cañones fijos de cubierta y lanza espuma móviles

TANQUE DE ESPUMÓGENO

Según la regla 61.4, el tanque de espuma deberá abastecer un concentrado de espuma en cantidad suficiente para asegurar, por lo menos, la generación de espuma durante 20 min, por lo tanto su capacidad será:

$$V = Q_{\text{espumógeno}} \cdot t = 0,03 \cdot 1240,1843 \cdot 20 = \mathbf{745 \text{ litros}}$$

Dónde:

- 0,03 es por el 3% de espuma

Este tanque se encuentra en el local de espuma de la cubierta principal.

CAÑONES FIJOS EN CUBIERTA Y LANZA ESPUMA MÓVILES

Tal y como se ha mencionado anteriormente, el sistema de cañones y lanza espuma

deberá estar dispuesto de forma que sea capaz de lanzar espuma sobre la superficie de la cubierta de la zona de carga y en el interior de los tanques cuando la parte de la cubierta de estos haya sufrido daños.

Anteriormente se ha calculado la distancia según la eslora protegida por cada cañon en 25 metros, considerando un alcance de los mismos de 35 metros. Teniendo en cuenta que la eslora de la zona de carga es de 99 metros, el número mínimo de cañones a instalar en la cubierta será de $99/25 = 4$.

Por lo que se dispondrán de 4 cañones fijos en la zona de cubierta de los tanques de carga.

Según la regla 61.6.1 del SOLAS II-2-2D, el caudal mínimo de cada cañon será el calculado anteriormente como $C3 = 1241$ l/min o el 50% de la solución espumosa máxima, cualquiera que sea mayor. En nuestro caso será entonces 1241 l/min el caudal que deberá dar cada cañon.

Por su parte, los lanza espumas deberán disponerse según lo establecido en la regla 61.8, de forma que aseguren la flexibilidad de operación en la extinción de incendios y cubran las zonas que los cañones no puedan alcanzar por que estén interceptadas.

El número mínimo, según la regla, es de cuatro lanza espumas con un alcance mínimo de 15 metros y una capacidad superior a los 400 l/min.

12.6 SERVICIO DE LASTRE

Para dimensionar el sistema de lastre del buque se dispondrán tres bombas centrifugas autoaspirantes. El caudal de estas bombas será tal que permita el lastrado del buque durante las operaciones de descarga, para preparar al mismo para la navegación en lastre, trabajando dos de ellas y quedando la otra de respeto. La presión que deben suministrar las bombas de lastre será ligeramente superior al puntal del buque más las pérdidas de carga estimadas en un 10% del total.

Así, estimaremos una altura de 8 metros que son las normalmente utilizadas en estos casos.

El buque dispone de tanques de lastre en el doble casco de la zona de carga. Se dispondrán dos aspiraciones en cada tanque de lastre y sendas bombas remotas desde cámara de control.

Para el cálculo de la potencia, suponiendo una presión de descarga de 8 m.c.a y un rendimiento del 84% la potencia absorbida será de:

$$Pot_{Bomba} = \frac{Q \cdot m. c. a. \cdot 9,81 \cdot p}{3600 \cdot 0,84}$$

$$Pot_{Bomba} = \frac{200 \cdot 8 \cdot 9,81 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,84} = 5,3254 \text{ kW}$$

Teniendo en cuenta que el rendimiento de un motor eléctrico se puede estimar en 90% la potencia eléctrica será:

$$Pot_{Motor} = \frac{Pot_{Bomba}}{\eta} = \frac{5,3254}{0,90} = 6 \text{ kW}$$

6x2(solo funcionaran dos a la vez, la otra es de respeto) = **12 kW**

12.7 SISTEMA DE CARGA Y DESCARGA

Para la carga y descarga de los productos habrá una bomba de pozo profundo en cada tanque según requerimientos del armador, y también una tubería en cubierta para cada tanque. Las bombas serán de accionamiento eléctrico.

Como no hay ningún requerimiento al respecto, la capacidad de las bombas será de 200 m³/h por similitud con los buques de referencia. Se supondrá que el máximo número de bombas descargando a la vez sean 6.

El tiempo de carga se estimará en unas 6 horas.

La presión de descarga será de 40 m.c.a, por tanto la potencia de cada bomba, suponiendo un rendimiento de 0,6 será:

$$P = \frac{200 \cdot 40 \cdot 1000 \cdot 9,81}{0,6 \cdot 3600} = 37 \text{ kW}$$

37 x 6 = **222 kW** (todas funcionando a la vez)

Se dispondrán líneas de caída directa para cada tanque de carga.

Todos los miembros estructurales dentro de los tanques serán autodrenables.

Habrà una bomba de carga portátil de emergencia con las siguientes características:

- Tipo: sumergido centrifugo
- Capacidad: 80 m³/h
- Altura manométrica: 40 m.c.a
- Accionamiento: Motor hidráulico sumergido

- Potencia:

$$P = \frac{80 \cdot 40 \cdot 1000 \cdot 9,81}{0,6 \cdot 3600} = 14,6 \text{ kW}$$

Cada bomba de carga sumergida será dispuesta en la parte de popa de cada tanque.

Las válvulas de descarga de las bombas dispondrán de dispositivos de estrangulamiento a distancia con indicación de posición en la sala de control de carga, así como operación local. Se preverá un manómetro en cada distribuidor para lectura local.

El diámetro de la tubería será el adecuado con las recomendaciones de los suministradores de las bombas. La velocidad del fluido no sobrepasará los 5,0 m/s.

Se dispondrá un distribuidor de carga para cada par de bombas de carga. Los distribuidores serán de acero inoxidable. El número total de distribuidores principales de la carga es de ocho, sirviendo a seis pares de tanques de carga más tanques de slop/drenaje.

Para el manejo de las mangueras de carga y descarga habrá dos grúas, una a cada costado, al lado de los manifolds. La SWL (carga de trabajo segura) será de 5 toneladas a 8,4 metros. Cada una deberá ser capaz de elevar 5 toneladas a una velocidad mínima de 20 m/min.

Los movimientos horizontales y verticales se llevan a cabo eléctricamente manejando un mando. Considerando un rendimiento de 0,8 la potencia necesaria de cada grúa es de:

$$P = \frac{5 \cdot 8,4^3 \cdot 9,81 \cdot 20}{60 \cdot 0,8} \cdot 10^{-3} = 12,1 \text{ kW}$$

24,2 kW (Las dos grúas)

12.8 EQUIPOS DE NAVEGACIÓN Y COMUNICACIONES

El capítulo V del SOLAS es el que se encarga de regular la seguridad en la navegación, describiendo el equipo necesario. A continuación enumerados los elementos y equipos con los que contará nuestro buque:

12.8.1 COMPASES Y PILOTO AUTOMÁTICO

- Un compás magistral magnético debidamente compensado para determinar el rumbo del buque y presentar los datos visualmente en el puesto principal de gobierno. También contará con uno de respeto intercambiable con éste.
- Dos girocompases para determinar y presentar visualmente su rumbo por medio no magnéticos que el timonel pueda leer claramente desde el puesto de gobierno principal.
- Un sistema de control del rumbo o de la derrota para regular y mantener automáticamente el rumbo o una derrota recta.

12.8.2 EQUIPOS AUXILIARES DE NAVEGACIÓN

- Un repetidor del rumbo indicado por el girocompás para facilitar visualmente información sobre el rumbo en el puesto de gobierno de emergencia.
- Un taxímetro para leer demoras en un arco horizontal de 360º
- Un repetidor de las demoras indicadas por el girocompás para obtener demoras en un arco de horizonte de 360º, utilizando el girocompás.
- Un medio para corregir y obtener el rumbo y la demora verdaderos.
- Un indicador de la velocidad de giro para determinarla y presentarla visualmente.
- Un sistema de información y visualización de cartas electrónicas (SIVCE) que satisfaga las prescripciones relativas a la obligación de llevar cartas náuticas.
- Un receptor para el sistema mundial de navegación por satélite y un sistema de radionavegación terrenal para determinar y actualizar en todo momento la situación con medios automáticos durante el viaje previsto.
- Un radar de 3 GHz, y un segundo radar de 9 GHz, para determinar y presentar visualmente la distancia y la demora de otras embarcaciones y obstrucciones de superficie y de boyas, litorales y marcas de navegación que ayudan a la navegación en general y a evitar abordajes.
- Un radar de puerto.
- Una ayuda de punteo radar automática para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros 20 blancos como mínimo, que esté conectada a un indicador de velocidad y distancia en el agua, a fin de determinar el riesgo de abordaje y simular una maniobra de prueba.
- Una ecosonda para medir y presentar visualmente la profundidad del agua.
- Un dispositivo medidor de la velocidad y la distancia para indicar la velocidad y la distancia con respecto al fondo en dirección de proa y en dirección transversal.
- Indicadores de la situación del timón, la hélice, el empuje, el paso y otras modalidades de funcionamiento para determinar y presentar visualmente el ángulo de metida del timón, la rotación de la hélice, la potencia y dirección del empuje y el paso y la modalidad de funcionamiento, de manera que todos ellos sean legibles desde el puesto de órdenes de maniobra.
- Una ayuda de seguimiento automático para trazar automáticamente la distancia y la demora de otros blancos a fin de determinar el riesgo de abordaje.

12.8.3 ESTACIÓN DE RADIO. SISTEMA MUNDIAL DE SOCORRO Y SEGURIDAD MARÍTIMA (SMSSM)

- Una instalación radioeléctrica de ondas métricas que pueda transmitir y recibir mediante LSD (frecuencia 156,525 MHz – Canal 70) y mediante radiotelefonía (156,3 MHz 156,65 MHz 156,8 MHz –Canales 6,13 y 16 respectivamente). En combinación con ella, tendremos otra que mantenga escucha continua de LSD en

canal 70.

- Un respondedor de radar que funcione en la banda 9 GHz, el cual a su vez será el prescrito para la embarcación de supervivencia mencionado anteriormente.
- Un receptor para las transmisiones del servicio NAVTEX internacional, que es una coordinación de transmisión y recepción automática en 518 kHz de información sobre seguridad marítima mediante telegrafía de impresión de banda estrecha utilizando el idioma inglés.
- Una radiobaliza de localización de siniestros por satélite.
- Un equipo que permita mantener un servicio de escucha de LSD (llamada selectiva digital) en las frecuencias de 2187,5 kHz 8414,5 kHz y por lo menos en una de las frecuencias de socorro y seguridad de LSD de 4207,5 kHz 6312 kHz 12577 kHz ó 16804,5 kHz; pudiendo elegir en cualquier momento cualquiera de ellas.
- Medios para iniciar la transmisión de alertas de socorro buques costera mediante un servicio de radiocomunicaciones que no sea el de ondas decamétricas y que trabaje a través del sistema de satélites de órbita polar de 406 Mhz. Y del servicio de satélites geoestacionarios de Inmarsat.
- Una lámpara de señales diurnas u otro medio para comunicarse mediante señales luminosas durante el día y la noche que utilice una fuente de energía eléctrica que no dependerá únicamente del suministro eléctrico del buque.
- Además los buques construidos a partir de diciembre de 2008 tendrán que llevar instalado un sistema de transmisión automática de datos que forme parte del sistema de identificación y seguimiento de largo alcance de buques. Esta información será el nombre del buque, su situación (latitud y longitud) y la fecha y la hora de la información facilitada.
- Para facilitar las investigaciones sobre siniestros, en los buques que efectúen viajes internacionales, se instalarán un registrador de datos de la travesía (RDT).

12.8.4 TELÉGRAFOS DE MÁQUINAS Y ALTAVOCES DE ÓRDENES

- Un telégrafo de órdenes en puente y cámara de máquinas.
- Un sistema de interfonos de cubierta con unidades en el puente y las zonas de fondeo y amarre de proa y de popa

12.8.5 TELÉFONOS

- Un teléfono para comunicar información sobre la derrota al puesto de gobierno de emergencia.
- Un sistema de órdenes y avisos generales con altavoces en las zonas de paso, habilitación, cubierta y cámaras de máquinas.
- Un sistema automático de doce teléfonos.
- Tres equipos de comunicación UHF tipo "Walkie talkie" para comunicación con las áreas de manejo de la carga.

12.8.6 LUCES DE NAVEGACIÓN

Se instalarán las siguientes luces de navegación, de bombilla simple. Con panel de indicación:

- Cuatro luces blancas de 60 W, dos en el mástil de proa y dos en el mástil de popa.
- Cuatro luces laterales de 60 W (rojas y verdes), dos en cada lado del puente.
- Dos luces de popa de 40 W, blancas.
- Un panel indicador de luces de navegación, tipo gráfico, en la consola del puente.
- Un panel de luces de navegación separado y circuito para luces de navegación de reserva.

12.8.7 SEÑALES LUMINOSAS

- Cuatro luces de fondeo de 40 W (bombilla blanca sencilla), dos a proa y dos a popa.
- Cuatro luces NUC de 40 W (bombilla roja sencilla) en el mástil del radar.
- Una lámpara para señalización Morse de 80 W en el mástil del radar, sincronizada con el silbato de aire.
- Una manilla de accionamiento en el techo de la caseta de gobierno y en cada extremo del puente.

12.8.8 ASTAS DE BANDERAS

Se dispondrán de astas de banderas a proa y a popa con los accesorios necesarios.

12.8.9 SEÑALES ACÚSTICAS

Se dispondrán:

- Una campana de 300 mm en el mástil de proa (automático).
- Un gong de 410 mm de diámetro con palo (automático).
- Una bocina de niebla tipo mecánico (Hand's siren).
- Una bola negra de 610 mm de diámetro tipo red.
- "Block diamond" tipo cestilla
- Una bocina de aire con calentador de 220 V en el mástil de proa.
- Un sistema de control de silbido, con temporizador, alimentación a 220 V CA, monofásica, en la caseta de gobierno.
- Un pulsador en la caseta de gobierno y un pulsador en cada extremo del puente.
- La lámpara de señalización Morse se empleará habitualmente como una "Whistle light".

12.8.10 BANDERA Y LIBRO DE SEÑALIZACIÓN

Se dispondrán:

- Una linterna
- Bandera señalización internacional
- Signal book Nationality flag
- Bandera de piloto
- Tabla de mareas

12.9 SISTEMA DE VENTILACIÓN EN LA CÁMARA DE MÁQUINAS Y ESPACIOS DE CARGA

12.9.1 VENTILACIÓN EN CÁMARA DE MÁQUINAS

En el cuaderno 10 comentamos que se precisará en cámara de máquinas un caudal de aire de 34188 m³/h. Por tanto la ventilación se realizará con:

- Dos ventiladores axiales de impulsión uno reversible y otro no, accionados con motores eléctricos de las siguientes características (contaran con dos velocidades):
 - Capacidad: 20000 m³/h
 - Presión: 30 mmca
- Dos ventiladores axiales de extracción no reversibles, accionados por motores eléctricos de las siguientes características (contaran con dos velocidades):
 - Capacidad: 20000 m³/h
 - Presión: 30 mmca

a) Potencia de los ventiladores axiales

Considerando un rendimiento de 0,85 la potencia al eje será de:

$$Pot = \frac{5,56 \cdot 294}{0,85} = 1,92 \text{ kW}$$

Como hay cuatro ventiladores la potencia total será de :

$$1,92 \cdot 4 = 7,70 \text{ kW}$$

12.9.2 VENTILACIÓN EN ESPACIOS DE CARGA

Los medios de respiración de cada tanque de carga serán independientes y estarán alejados de las zonas de habilitación.

Las válvulas de cierre de las ventilaciones de los tanques tendrán un dispositivo de apertura de seguridad para evitar sobrepresiones. También habrá una válvula de seguridad para evitar que se creen presiones negativas inferiores a las de pruebas.

Se podrán ventilar los tanques, si fuera necesario, a través de los mismos conductos y ventiladores que para gas inerte, cuyas propiedades ya se han visto.

12.10 SISTEMA DE AIRE ACCONDICIONADO

Los equipos de aire acondicionado que mantendrán la climatización de las zonas de habitación y de trabajo se estudiarán en dos zonas diferenciadas por ser zonas de grandes diferencias ambientales. Las dos zonas a estudiar serán la habitación y la cabina de control de cámara de máquinas.

12.10.1 EQUIPO DE ACCONDICIONAMIENTO EN LA ZONA DE HABILITACIÓN

12.10.1.1 COMPRESOR DE AIRE ACCONDICIONADO

Se supondrá que el caudal de aire necesario por persona es de 1000 m³/h. El buque tiene una tripulación de 15 personas. Con lo que se requerirá un caudal total de 15000 m³/h. Para la determinación del equipo de aire acondicionado se supondrá que la temperatura exterior es de 30 ° C y la interior de 22 ° C. Dado que la capacidad térmica del aire es de 0,31 kCal/kg.°C, el calor que cede el aire (con un 20% de margen) es de:

$$Q_{AC} = 15000 \cdot 1,2 \cdot 0,31 \cdot (30 - 22) = 44640 \text{ kCal/h}$$

Se elige un equipo de aire acondicionado con un compresor de Freón-22 de una única etapa y que funcione entre 15 y 30 ° C, el trabajo será de 3,49 kcal/kg y el calor absorbido de 29,69 kCal/kg (datos del diagrama T-S).

La masa de Freón necesaria en el circuito es de:

$$m_{Freón} = \frac{44640}{29,69} = 1503,54 \text{ kg/h}$$

La potencia del compresor será de:

$$P = \frac{(3,49 \cdot 1503,54)}{(860 \cdot 0,8)} = 7,63 \text{ kW}$$

12.10.1.2 BOMBA DE CIRCULACIÓN

Poniendo las peores condiciones de que el agua de mar tiene unas temperaturas de entrada y salida de 22° C y 26 °C, respectivamente, y puesto que el enfriamiento y condensación del freón se absorben 33,18 kCal/h, el agua deberá extraer:

$$Q_{AMAC} = 1503,54 \cdot 33,18 = 49887,46 \text{ kCal/h}$$

Se requieren pues 13 m³/h de agua de mar para evacuar dicho calor. Se dispondrán dos bombas de agua salada de dicho caudal para el sistema de aire acondicionado.

$$Pot_{BOMBA} = \frac{Q \cdot m \cdot c \cdot a \cdot p}{3600 \cdot \eta}$$

$$Pot_{BOMBA} = \frac{13 \cdot 40 \cdot 9,81 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,85} = 1,71 \text{ kW}$$

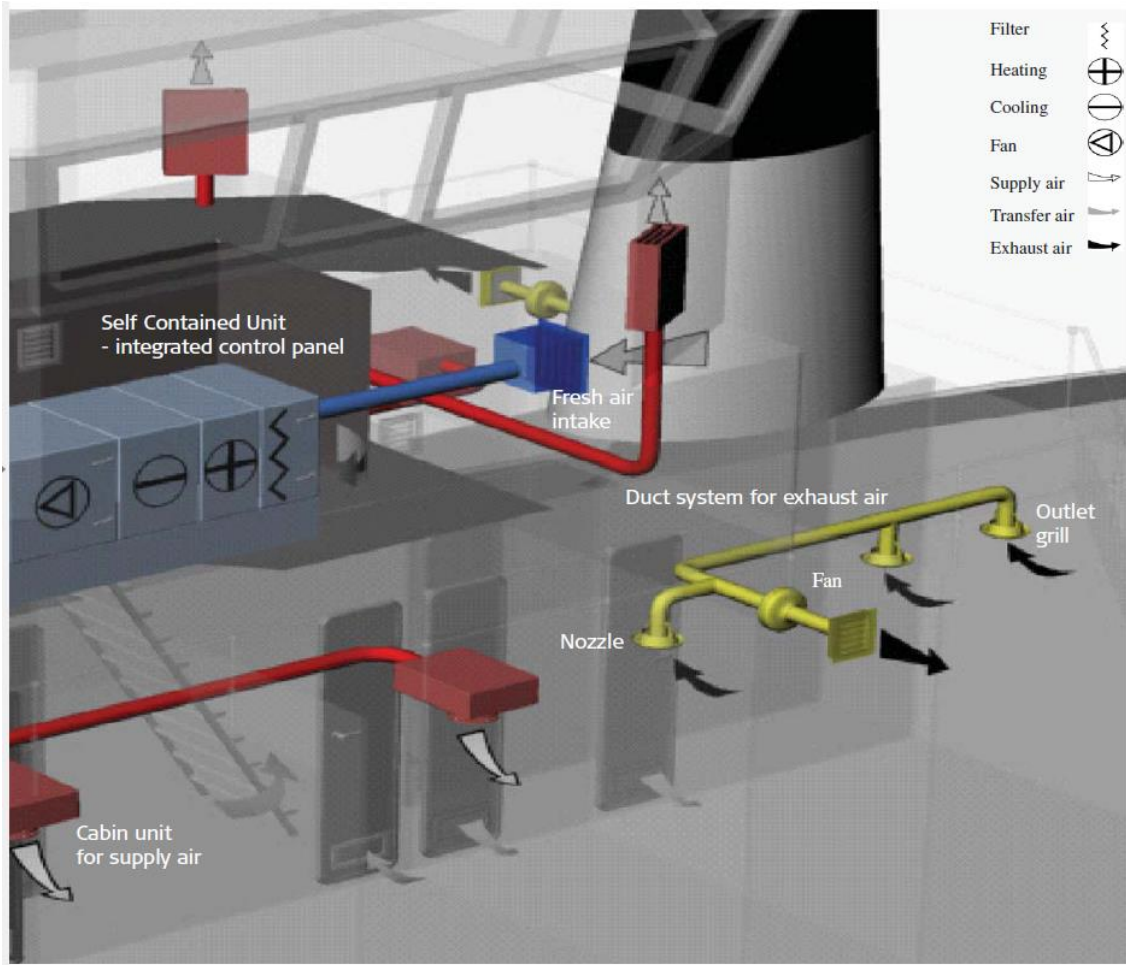
Su consumo será de 1,71 kW, tomando como diferencia de presiones 40 m.c.a

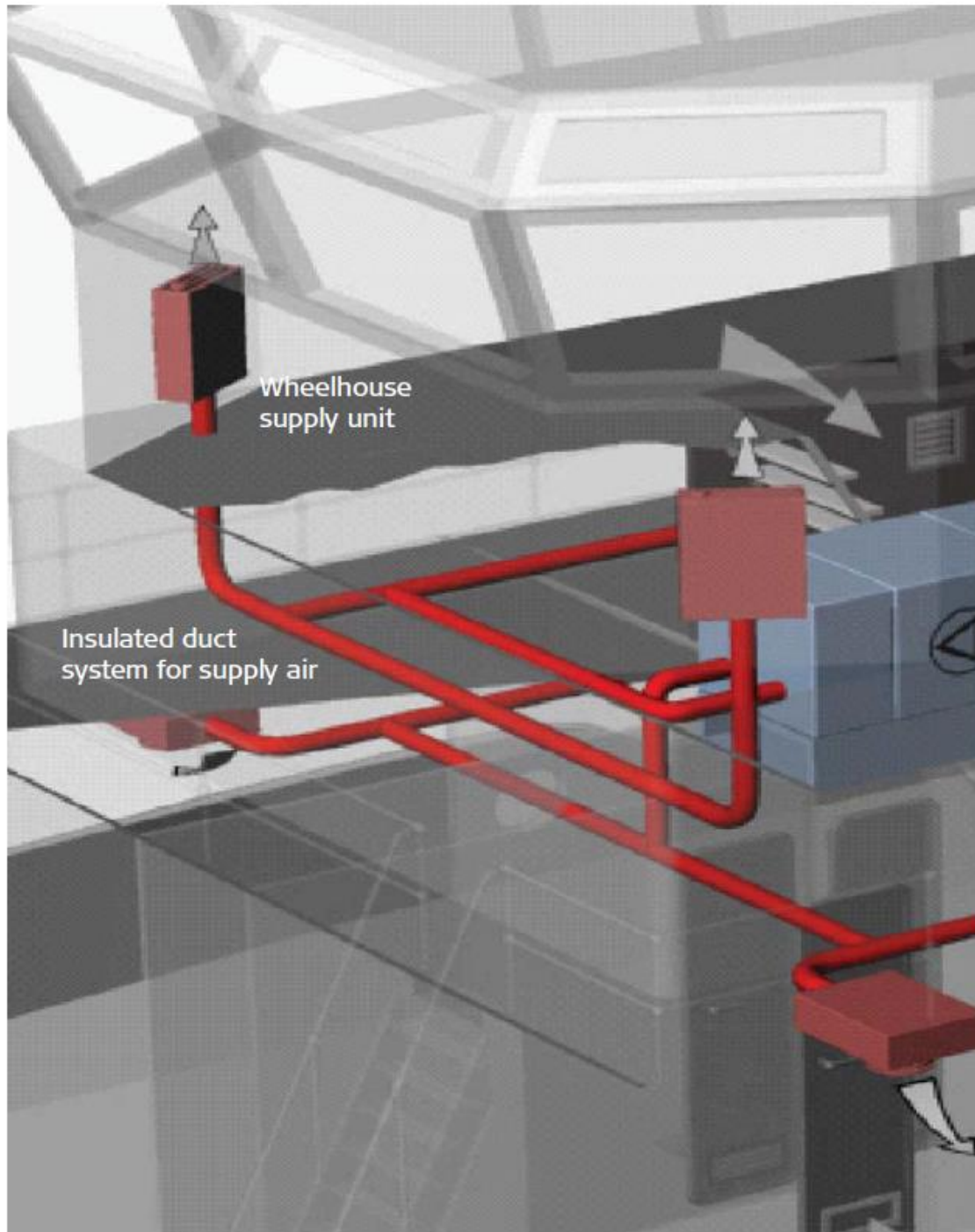
12.10.1.3 VENTILADORES

Suponiendo un salto de presión de 65 mm.c.a y un rendimiento del equipo de 0,6 la potencia absorbida por el ventilador será de:

$$P_{VAC} = \frac{1000 \cdot 15 \cdot 65 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 1000 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,6} = 4,43 \text{ kW}$$

A continuación vemos como irá instalado a bordo un equipo de estas características.





12.10.2 AIRE ACONDICIONADO EN CABINA DE CONTROL DE C.M.

12.10.2.1 COMPRESOR DE AIRE ACONDICIONADO

Se supondrá que el caudal de aire necesario por persona es de $1000 \text{ m}^3/\text{h}$.

La cámara de control tendrá capacidad para 4 personas. Con lo que se requerirá un caudal total de $4000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Para la determinación del equipo de aire acondicionado se supondrá que la temperatura en la cámara de máquinas es de 45 °C y la interior es de 22°. Dado que la capacidad térmica del aire es de 0,31kCal/kg.°C, el calor que cede el aire es de:

$$Q_{AC} = 4000 \cdot 1,2 \cdot 0,31 \cdot (45 - 22) = 34224 \text{ kCal/h}$$

Se elige un equipo de aire acondicionado con un compresor de freón-22 de una única etapa y funcionará entre 15 y 52 °C, el trabajo será de 3,49 Cal/kg y el calor absorbido de 29,69 kCal/kg (datos del diagrama T-S).

La masa de freón necesaria en el circuito es de:

$$m_{Freón} = \frac{34224}{29,69} = 1152,71 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$$

La potencia del compresor será de:

$$P = \frac{3,49 \cdot 1152,71}{860 \cdot 0,8} = 5,85 \text{ kW}$$

12.10.2.2 BOMBA DE CIRCULACIÓN

Si el agua de mar tiene unas temperaturas de entrada y salida de 32 °C y 36 °C, respectivamente, y puesto que en el enfriador y condensación del freón se absorben 33,18 kCal/h, el agua deberá extraer:

$$Q_{AMAC} = 1152,71 \cdot 33,18 = 38246,92 \text{ kCal/h}$$

Se requiere pues 10 m³/h de agua de mar para evacuar dicho calor. Se dispondrán dos bombas de agua de mar de dicho caudal para el sistema de aire acondicionado.

$$Pot_{BOMBA} = \frac{10 \cdot 40 \cdot 9,81 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,85} = 1,32 \text{ kW}$$

Su consumo será de 1,32 kW, tomando como diferencia de presiones 40 m.c.a

12.10.2.3 VENTILADORES

Suponiendo un salto de presión de 65 mm.c.a y un rendimiento del equipo de 0,6 la potencia absorbida por el ventilador será de:

$$P_{VAC} = \frac{1000 \cdot 4 \cdot 65 \cdot 10^{-3} \cdot 9,81 \cdot 1000 \cdot 10^{-3}}{3600 \cdot 0,6} = \mathbf{1,18 \text{ kW}}$$

12.11 EQUIPO DE CONTROL DEL MOTOR PROPULSOR

En la Project guide vienen definidas unas cajas de control de los motores, con unas características que se describirán a continuación.

La caja de control cuida las funciones de alarma y seguridad del motor diésel.

En caso de mal funcionamiento, el cuadro de control iniciara:

- Parada automática del motor (shutdown)
- Indicación de alarma

Con el fin de evitar un re-encendido accidental después de un apagado, hay una función integrada que tiene que ser activada antes de que pueda volver a arrancar el motor. El reencendido a distancia también es posible.

Además, no están incorporados en el arranque/parada procedimientos para el motor.

En la parte delantera de la caja de control hay tres paneles de indicación. Uno para el sistema de seguridad y dos para el sistema de alarma.

La caja de control del motor reflejará la actual automatización/instrumentación del motor. Los artículos siguientes son generales

Para el sistema de seguridad existen indicaciones para:

- Encendido
- Funcionamiento del motor
- Apagado del aceite de lubricación
- Apago por alta temperatura del agua dulce de refrigeración
- Apagado por exceso de velocidad
- Parada de emergencia
- Fallo de arranque
- Rotura de cables
- Enclavamientos (bloqueos)
- Enclavamientos (local)
- Aire de arranque
- Para el sistema de alarma

Para el sistema de alarma existen indicaciones para:

- Presión de entrada del aceite lubricante
- Presión del aceite de prelubricación
- Fugas de combustible
- Nivel base de aceite

- Filtro de aceite
- Temperatura de la salida de agua de refrigeración
- Temperatura de la entrada de aceite
- Presión del agua de refrigeración
- Fallo del tachó
- Baja tensión de alimentación
- Alto voltaje de suministro
- Fallo del control lambda
- Fallo del fusible
- Fallo de la bomba de prelubricación
- Exceso de velocidad
- Repuesto x 4

Además existen pulsadores para:

- Arranque del motor
- Parada del motor
- Reinicio
- Prueba de luces
- Indicación de modo diésel oil (MDO)
- Indicación de modo heavy fuel oil (HFO)

a) Bloqueo de la alarma

La caja de control del motor está provisto de un relé de alarma para el bloqueo, por lo que se evita que la alarma salte durante en encendido y el apagado del motor.

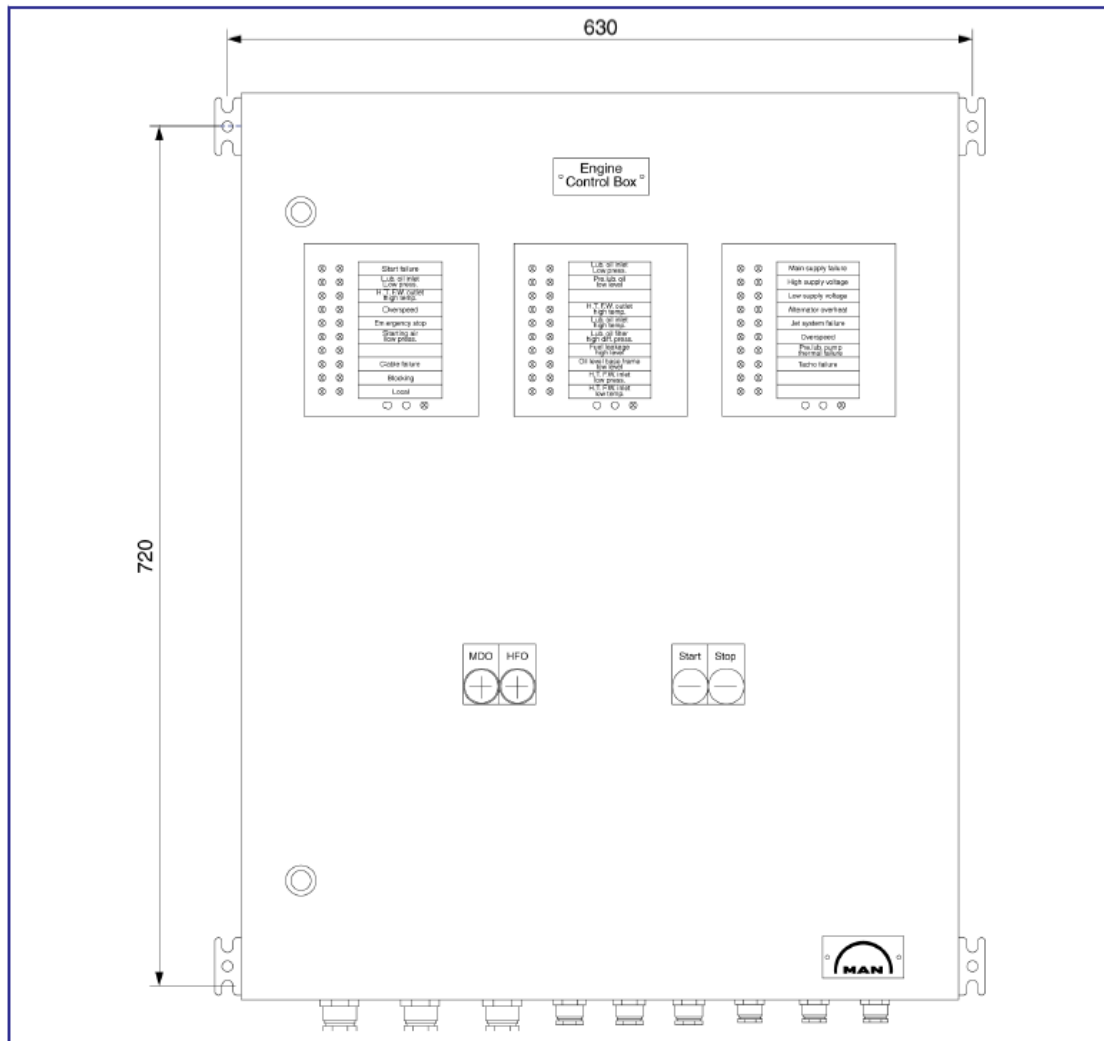
b) Arranque/apagado del motor diésel

El motor diésel puede iniciarse y detenerse por medio de pulsadores en el panel.

Además, es posible montar interruptores remotos para estas funciones.

Si el motor diésel no se inicia durante una prueba de arranque, un dispositivo informara de un fallo en el arranque.

Cuando el motor diésel está en funcionamiento, se activan tres salidas de relé. Una se utiliza para la parada o inicio de la bomba de prelubricación, otro para el inicio o parada del precalentamiento, y otro para dar la señal de encendido o parada del motor.



c) Modo MDO/HFO

La válvula de control para el funcionamiento de MDO o HFO está incorporada en la caja de control del motor. Es posible cambiar la posición de la válvula del panel o remota. Los pulsadores de MDO y HFO se encienden para indicar el modo.

d) Armario de la caja de control del motor

El armario puede ser instalado en la sala de máquinas, cerca del motor. En la figura superior se ve el tamaño del armario, del tipo IP 54.

También puede ser instalado en la sala de control de la cámara de máquinas. Es posible integrar la caja de control del motor al panel principal.

12.12 EQUIPO DE ELEVACIÓN Y MANTENIMIENTO

12.12.1 EQUIPO DE IZADO EXTERIOR

Tendremos dos grúas de 1,2 toneladas a cada banda para cargar víveres, coger mangueras de carga y descarga, y demás. Estas grúas ya las hemos descrito anteriormente.

12.12.2 EQUIPO DE ACCESO AL BUQUE

a) Escala real

Habrà una escala a cada banda, en la zona central del buque, donde los costados son planos. Estarán dispuestas de tal manera que se suba de popa hacia proa. Durante la navegación quedarán estibadas de tal manera que no sobresalgan de la manga del buque.

b) La escala del práctico

Se tirara una escala enrollable por la que subirá el práctico. Esta estará recogida en un local donde no se vea afectada por la lluvia y las condiciones medioambientales para así conservarse en buenas condiciones.

12.12.3 MÁQUINAS Y HERRAMIENTAS

En la primera plataforma habrá un taller con los siguientes elementos:

- Un torno eléctrico
- Un taladro vertical
- Un esmeriladora doble
- Un equipo de soldadura eléctrica
- Un equipo de corte y soldadura oxiacetilénica
- Un banco para prueba de inyectoras con soporte para inyectora y bomba manual.
- Un compresor de aire para servicios auxiliares

(Se estima una potencia global instalada de 40 kW)

12.13 EQUIPO DE FONDA Y HOTEL

12.13.1 EQUIPO FRIGORÍFICO

12.13.1.1 CÁMARA FRIGORÍFICA

El buque dispondrá de una cámara frigorífica que se accede desde la cocina y que servirá para almacenar los víveres.

El tamaño de la estancia es aproximadamente 14,5 m² y estará aislada y mantendrá una temperatura de entre -2 y -24 °C dependiendo de las necesidades.

Se estima 150 W por metro cúbico de cámara. Por tanto el volumen de la cámara es más o menos 14,5 x 2 = 29 m³, la potencia total será de 4350 W que es lo mismo que **4,35 kW**.

12.13.1.2 NEVERAS Y FRIGORIFICOS CASEROS

Además de la cámara tendremos 2 neveras/frigoríficos para bebidas y tentempiés. Uno en cada comedor.

Suponiendo 0,5 m³ de cada uno, la potencia total será: 4 x 0,5 x 150= **300 W**

12.13.1.3 FUENTES DE AGUA POTABLE FRÍA

Se instalarán distribuidas por todo el buque un total de 5 fuentes de agua fría.

Uno en el puente de mando, uno en la sala de control de cámara de máquinas, uno en la cámara de máquinas y uno en la planta baja y nivel 1 de la habilitación.

12.13.2 EQUIPO DE COCINA Y OFICIOS

- El buque contará con: una cocina con capacidad suficiente para cumplir su cometido para la dotación de 15 personas. Tendrá horno, cocina, peladora, freidora, microondas, amasadora, campana extractora de gases, lavavajillas, batidora y electrodomésticos menores varios.

Una cafetera industrial y dos cafeteras eléctricas una en cada comedor.

(Se estima una potencia global instalada de 40 kW)

12.13.3 EQUIPO DE LAVANDERÍA

Habrà una lavandería industrial en la cubierta principal. Estará equipada con:

1 Lavadora de 2kW cada una.

1 secadora de 20kW cada una.

1 plancha de 5 kW cada una.

12.14 CALEFACCIÓN DE LA CARGA

12.14.1 DESCRIPCIÓN GENERAL DEL SERVICIO

Se incorpora un sistema de servicio de calefacción de tanques por ser requisito del armador. La misión principal de este servicio es conseguir un grado de fluidificación de la carga mediante su calentamiento por vapor para mejorar el trasiego. Este servicio de vapor además de utilizarse para calentar la carga se utilizará para la calefacción de los tanques de combustible, así como para otros servicios menores.

La presión de vapor se ha tomado por buques de referencia en 15 bar, es decir aproximadamente 15 kg/cm².

La tubería de vapor, que sale de la caldera, puede tener 4 ramificaciones para alimentar diferentes servicios:

- Servicio de acomodación, tales como el aire acondicionado, cocina, lavandería.
- Servicio de calefacción de tanques de consumos: de fuel, aceite y agua, tanques almacén, de servicio diario y sedimentación de fuel oil, calentadores de purificadoras, tanques de lodos y aguas aceitosas, separador de sentinas.
- Servicio de calefacción de pequeños consumos: generador de agua dulce, el calentador sanitario, el tanque de mezclas de fuel oil, la calefacción de tuberías de fuel oil/diesel oil, las tomas de mar, etc. Este servicio, se suele reducir la presión del vapor.
- Servicio de calefacción de la carga.

12.14.2 NECESIDADES DE VAPOR

Para calcular el vapor necesario para calefacción de tanques se considerarán dos tipos de aportación de calor:

- Calor necesario para elevar la temperatura desde un valor inicial al valor necesario para realizar el bombeo.
- Calor de mantenimiento necesario que deberá ser igual a las pérdidas que se produzcan en el tanque.

A continuación se presenta una lista con los consumidores de vapor:

- Calefacción de tanque de carga
- Calefacción de tanques de combustible
- Unidades de aire acondicionado
- Servicios domésticos
- Calentador sanitario de agua dulce
- Calentadores de purificadoras de combustible
- Separador de sentinas
- Calefacción de tanques de lodos
- Servicio de limpieza con vapor

12.14.3 CALEFACCIÓN DE TANQUES

Para calcular el calor necesario para elevar la temperatura de la masa contenida en un tanque desde el valor inicial al valor final que permita el adecuado bombeo, utilizaremos la siguiente expresión:

$$Q = Vol \cdot p \cdot Ce \cdot (T_f - T_i)$$

Dónde:

- Q: Calor aplicar en Kcal
- V: Volumen del tanque en m³
- p: Peso específico del líquido contenido en Kg/m³

- C_e : Calor específico del líquido en Kcal/Kg.°C
- T_f : Temperatura final a la que se quiere llegar en °C
- T_i : Temperatura inicial supuesta para el líquido en clima frío en °C

Este calentamiento normalmente se precisará en un tiempo determinado, t, por lo que la cantidad de vapor necesaria quedará:

$$W = \frac{Q}{r}$$

Dónde:

- W: Caudal de vapor necesario en Kg/h
- Q: Calor necesario en kCal
- t: Tiempo en horas
- r: Calor latente de vaporización en kCal/kg, que para vapor saturado seco a 6,5kg/cm² es de 495 kCal/kg.

Las pérdidas de calor en tanques, por transmisión a través de las paredes se determinarán utilizando la siguiente expresión:

$$P = K \cdot S \cdot (T_i - T_e)$$

Dónde:

- P: Pérdidas de calor en kCal/h
- K: Coeficiente de transmisión de calor de cada pared en kCal/m². °C.h
- S: Superficie de intercambio de calor en m²
- T_i : Temperatura media entre la inicial y la final cuando se calculen pérdidas en un tanque durante un calentamiento, o temperatura del líquido cuando se calculan para mantenimiento, en °C
- T_e : Temperatura exterior del medio que está en contacto con las paredes en °C

Los valores del coeficiente K se desglosa a continuación (hacen siempre referencia a la transmisión entre un tanque conteniendo un producto petrolífero y otro espacio al que se ha nombrado "medio en contacto"):

Medio en contacto	K (kCal/m ² . °c . h)
Aire exterior	5
Carga	8,5
FO	8,5
MDO	8,5
Slops	8,5
Coferdam o tanque de lastre vacío	2,5
Cámara de máquinas	5,5
Cámara de máquinas con aislamiento	1

Las temperaturas que se han considerado para realizar los cálculos son las siguientes:

Medio	Temperatura (°C)
Aire exterior	-29
FO	50
FO sedimentación	80
FO uso diario	125
MDO	10
MDO sedimentación	10
MDO uso diario	10
Coferdam	-10
Cámara de máquinas	10
Carga	55
Slops	55
Lastre	-2

En cuanto a las densidades se tomarán los siguientes valores:

Líquido	T/m ³
Carga	0,855
Fuel Oil	
15 °C	0,98
80 °C	0,94
135 °C	0,9
150 °C	0,89
Diesel Oil	0,8
Agua de mar	1,026
Agua dulce	1

Para los calores específicos se tomarán los siguientes valores:

Líquido	kCal/Kg . °C
Carga	0,45
Fuel Oil	0,45
Diesel OIL	0,45
Agua de mar	0,96
Agua dulce	1
Aire	0,24
Gases de escape	0,25

12.14.3.1 CALEFACCIÓN DE TANQUES DE CARGA

Suponiendo que el fluido, al cargarlo, está a la temperatura requerida de bombeo, 70 °C, evaluaremos el supuesto de mantener durante el viaje la temperatura a 55 °C, y elevarla a 70 °C en las últimas 36 horas.

Debido a la simetría total de los tanques respecto a crujía, se ha hecho el estudio de un lado y luego se multiplicara x2 dependiendo de si existe simetría o no.

Mantenimiento de la temperatura de 55 °C

Tanque Slop

		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	kCal/m2 . °C . H	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	12,68	84	5	5325,6
Fondo	Tanque de Lastre	-10	12,68	65	2,5	2060,5
Proa	Tanque de carga	55	33,97	0	8,5	0
Popa	Tanque de HFO	50	33,97	5	8,5	1443,725
Estribor	Tanque de Lastre	-10	10,86	65	2,5	1764,75
Babor	Tanque Slop	55	10,86	0	8,5	0
						10594,575

Al ser dos tanques slop: $10594,575 \times 2 = 21189,15 \text{ kCal/h}$

Mantenimiento de la temperatura de 55 °C**Tanque 1**

		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	kCal/m2 . °C . H	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	142	84	5	59640
Fondo	Tanque de Lastre	-10	142	65	2,5	23075
Proa	Tanque de carga	55	44,5	0	8,5	0
Popa	Tanque slop	55	36,85	0	8,5	0
Estribor	Tanque de carga	55	86,97	0	8,5	0
Babor	Tanque de Lastre	-10	86,97	65	2,5	14132,625
						96847,625

Al ser dos tanques: $96847,625 \times 2 = 193695,25$ kCal/h

Tanque 2,3,4 y 5

		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	kCal/m2 . °C . H	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	132,22	84	5	55532,4
Fondo	Tanque de Lastre	-10	132,22	65	2,5	21485,75
Proa	Tanque de carga	55	44,5	0	8,5	0
Popa	Tanque de carga	55	44,5	0	8,5	0
Estribor	Tanque de carga	55	87,03	0	8,5	0
Babor	Tanque de Lastre	-10	87,03	65	2,5	14142,375
						91160,525

Al ser dos tanques: $91160,525 \times 2 = 182321,05$ kCal/h

Tanque 6

		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	kCal/m2 . °C . H	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	110,56	84	5	46435,2
Fondo	Tanque de Lastre	-10	110,56	65	2,5	17966
Proa	Cofferdan	-10	22,91	65	2,5	3722,875
Popa	Tanque de carga	55	44,5	0	8,5	0
Estribor	Tanque de carga	55	87,03	0	8,5	0
Babor	Tanque de Lastre	-10	87,03	65	2,5	14142,375
						82266,45

Al ser dos tanques: $82266,45 \times 2 = 164532,9$ kCal/h

Pérdidas totales

	P
Tanque	kCal/h
Slop	21189,15
Nº 1	193695,25
Nº 2,3,4 y 5	182321,05
Nº 6	164532,9
	561738,35
Caudal de vapor	
W	1134,825

El caudal de vapor es **1134,825 Kg/h**

Calentamiento de 55 °C a 70 °C durante 36 h.

p	0,855 t/m ³
Ce	0,45 kCal/Kg.°C
Ti	55 °C
Tf	70 °C
Vol	4167,8 m ³
Q	24053,41575 kCal
Tiempo	36 h
W	1350 Kg/h

Las pérdidas durante el proceso de elevación de la temperatura:

Tanque Slop

SLOP		T ^e	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m ²	°C	Cal/m ² . °C .	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	12,68	91,5	5	5801,1
Fondo	Tanque de Lastre	-10	12,68	72,5	2,5	2298,25
Proa	Tanque de carga	55	33,97	7,5	8,5	2165,5875
Popa	Tanque de HFO	50	33,97	12,5	8,5	3609,3125
Estribor	Tanque de Lastre	-10	10,86	72,5	2,5	1968,375
Babor	Tanque Slop	55	10,86	7,5	8,5	692,325
						16534,95

Al ser dos tanques: $16534,95 \times 2 = 33069,9$ kcal/h

Tanque 1

CARGA 1						
		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	Cal/m2 . °C .	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	142	91,5	5	64965
Fondo	Tanque de Lastre	-10	142	72,5	2,5	25737,5
Proa	Tanque de carga	55	44,5	7,5	8,5	2836,875
Popa	Tanque slop	55	36,85	7,5	8,5	2349,1875
Estribor	Tanque de carga	55	86,97	7,5	8,5	5544,3375
Babor	Tanque de Lastre	-10	86,97	72,5	2,5	15763,3125
						117196,2125

Al ser dos tanques: $117196,2125 \times 2 = 234392,425$ kcal/h

Tanques 2,3,4 y 5

CARGA 2,3,4 Y 5						
		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	Cal/m2 . °C .	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	132,22	91,5	5	60490,65
Fondo	Tanque de Lastre	-10	132,22	72,5	2,5	23964,875
Proa	Tanque de carga	55	44,5	7,5	8,5	2836,875
Popa	Tanque de carga	55	44,5	7,5	8,5	2836,875
Estribor	Tanque de carga	55	87,03	7,5	8,5	5548,1625
Babor	Tanque de Lastre	-10	87,03	72,5	2,5	15774,1875
						111451,625

Al ser dos tanques: $111451,625 \times 2 = 222903,25$ kcal/h

Tanque 6

CARGA 6						
		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m2	°C	Cal/m2 . °C .	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	110,56	91,5	5	50581,2
Fondo	Tanque de Lastre	-10	110,56	72,5	2,5	20039
Proa	Cofferdan	-10	22,91	72,5	2,5	4152,4375
Popa	Tanque de carga	55	44,5	7,5	8,5	2836,875
Estribor	Tanque de carga	55	87,03	7,5	8,5	5548,1625
Babor	Tanque de Lastre	-10	87,03	72,5	2,5	15774,1875
						98931,8625

Al ser dos tanques: $98931,8625 \times 2 = 197863,725 \text{ kCal/h}$

Pérdidas totales

	P
Tanque	kCal/h
Slop	33069,9
Nº 1	234392,425
Nº 2,3,4 y 5	222903,25
Nº 6	197863,725
	688229,3
Caudal de vapor	
W	1390,362

El caudal de vapor es de **1390,362 Kg/h**

Caudales totales

	W
Proceso	Kg/h
Mantenimiento de la Tª	1134,825
Elevación de la Tª + pérdidas	2740,362

12.14.2 CALEFACCIÓN DE TANQUES DE F.O

Todos los tanques almacén de Fuel-oil llevarán su correspondiente serpentín de calefacción con objeto de mantener la temperatura con la que ha sido suministrado. Esta temperatura rondará los 50 °C, por lo que el vapor necesario para mantener dicha Temperatura es:

Dirección	Medio ext.	Tª °C	Área m2	AT °C	K kCal/m2 . °C . H	P Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	26,25	79	5	10368,75
Fondo	Tanque de Lastre	-2	26,25	52	2,5	3412,5
Proa	Tanque Slop	55	28,56	-5	8,5	-1213,8
Popa	CCMM	10	28,56	40	1	1142,4
Estribor	Sediment/CCMM	45	26,67	5	8,5	1133,475
Babor	Tanque de HFO	50	26,67	0	8,5	0
						14843,325

Al ser dos tanques: $9742,6875 \times 2 = 29686,65 \text{ kCal/h}$

Caudal de vapor	
W	59,973

El caudal de vapor necesario es de **59,973 Kg/h**

12.14.3 CALEFACCIÓN DEL TANQUE DE SEDIMENTACIÓN DE F.O

El tanque de sedimentación situado lleva su correspondiente serpentín de calefacción con objeto de que el F.O que llega a una temperatura aproximada de 50 °C pueda ser calentado a 80 °C, temperatura que produce la sedimentación de los residuos que arrastra el Fuel oil.

p	0,98 t/m ³
Ce	0,45 kCal/Kg.°C
Ti	50,00 °C
Tf	80,00 °C
Vol	9,59 m ³
Q	126,88 kCal
Tiempo	24,00 h
W	10,68 Kg/h

El caudal necesario para mantener la temperatura de 80 °C

		Tª	Área	AT	K	P
Dirección	Medio ext.	°C	m ²	°C	kCal/m ² . °C . H	Kcal/h
Cubierta	Aire exterior	-29	3,96	109	5	2158,2
Fondo	CCMM	10	3,96	70	1	277,2
Proa	Tanque Slop	55	2,42	25	8,5	514,25
Popa	CCMM	10	2,42	70	5,5	931,7
Estribor	Tanque de HFO	50	9,56	30	8,5	2437,8
Babor	Tanque de lastre	-2	9,56	82	2,5	1959,8
						8278,95

Caudal de vapor	
W	16,725

El cauda es **16,725 Kg/h**

Caudales totales

	W
Proceso	Kg/h
Mantenimiento de la Tª	10,68
Elevación de la Tª + pérdidas	16,725
	27,405

El caudal necesario es de **27,405 Kg/h**

12.14.4 CALEFACCIÓN DEL TANQUES DE USO DIARIO DE F.O

El fuel oil es recogido del tanque de sedimentación por el servicio de purificadoras, es calentado a 125 °C para su paso por las separadoras y es bombeado al tanque de servicio diario. Este tanque no será calentado, se le mantendrá una temperatura de 125 °C

Dirección	Medio ext.	Tª °C	Área m2	AT °C	K kCal/m2 . °C . H	P Kcal/h
Cubierta	CCMM	10	3,43	115	1	394,45
Fondo	MAR	-2	3,43	127	5	2178,05
Proa	CCMM	10	0,79	115	1	90,85
Popa	Aceite limpio	10	0,79	115	8,5	772,225
Estribor	CCMM	10	1,78	115	1	204,7
Babor	Uso diario MDO	10	1,78	115	8,5	1739,95
						5380,225

Caudal de vapor	
W	10,869

Caudal de vapor de **10,869 Kg/h**

12.14.5 AIRE ACONDICIONADO

El caudal de vapor necesario puede considerarse definido por la siguiente expresión:

$$W = \frac{N \cdot Q \cdot p_{aire} \cdot C_e \cdot (T_s - T_e)}{r}$$

Dónde:

W = Caudal de vapor en Kg/h

N = Número de tripulantes

Q = Caudal de aire a renovar en m³/h . trip

p_{aire} = Peso específico del aire Kg/m³

C_e = Calor específico del aire en Kcal/Kg .°C

T_s-T_e = La diferencia de temperatura del aire en el enfriador en °C

r = Calor latente de vaporización en kCal/Kg

$$W = \frac{15 \cdot 120 \cdot 1,015 \cdot 0,24 \cdot 10}{510} = 8,60 \text{ Kg/h}$$

12.14.4 BALANCE TÉRMICO

Se van a considerar tres condiciones de navegación en el balance de vapor:

- 1) Navegación normal
- 2) Navegación de las últimas 36 horas
- 3) Estancia en puerto

A continuación se muestra una tabla con los diferentes consumos para cada una de las condiciones de navegación. Para cada condición hay una columna titulada “uso” que indica con un 1 cuando un servicio está en uso y con un 0 cuando no lo está:

Servicio	Presión de vapor Kg/cm2	Caudal Kg/h	Condición 1		Condición 2		Condición 3	
			uso	Kg/h	uso	Kg/h	uso	Kg/h
Mantenimiento de Tª de carga	6,5	1134,825	1	1134,825	0	0	0	0
Elevación de Tª de carga	6,5	2740,362	0	0	1	2740,362	0	0
Mantenimiento de Tª de FO	6,5	59,973	1	59,973	1	59,973	1	59,973
Elevación de Tª FO sediment	6,5	27,405	1	27,405	1	27,405	1	27,405
Mantenimiento de Tª FO uso diario	6,5	10,869	1	10,869	1	10,869	1	10,869
Aire acondicionado	3,5	8,6	1	8,6	1	8,6	1	8,6
				1241,672		2847,209		106,847

Con los resultados obtenidos podemos pasar a la elección de las calderas:

Se instalarán dos calderas de **1,5 Ton/h**

12.15 EQUIPOS DE LOS TANQUES DE LPG EN CUBIERTA

Uno de los requisitos en las RPA de nuestro buque es que debe constar con 250 m³ de LPG en cubierta.

El LPG se puede almacenar de dos formas:

- Semipresurizados /refrigerados
- Totalmente refrigerados

Hemos optado por la instalación de dos tanques de 125 m³ de LPG ya que uno solo de 250 m³ teníamos dificultades con la visibilidad del puente. Los tanques irán totalmente presurizados al ser su capacidad pequeña.

Los códigos IMO identifican 5 categorías de tanques: Tanques integrales, Tanques de membrana, Tanques de semi-membrana y Tanques con aislamiento.

El tanque de nuestro buque será independiente, y no formará parte de la estructura del buque y no contribuye a la resistencia del casco. Dependiendo principalmente de la presión de diseño, existen tres tipos diferentes de tanques independientes para el transporte de gas: tipo A, B Y C.

Nuestro tanque será tipo C Cilíndrico, con recipientes a presión de acero cuya típica presión de proyecto es 17,5 bares correspondientes a la presión de vapor del propano a 45 °C.

Los tanques presurizados son muy pesados, a causa de las altas presiones de proyecto, por eso se suelen usar solo en buques pequeños con capacidades inferiores a 4000 m³, para el transporte de LPG y amoniaco.

12.15.1 Sistema de manejo de la carga

Hay varios tipos de tuberías, dispositivos de monitoreo y alivio de presión conectados a cada tanque de carga.

El IGS code especifica que todas las conexiones y accesorios deben ser instalados sobre cubierta no se permite ninguna conexión bajo cubierta.

Es por eso que los tanques situados bajo cubierta tienen que tener los domos que sobresalgan de manera que tales conexiones puedan ser hechas sobre cubierta.

12.15.2 Funciones de las conexiones del domo y equipos internos

- Línea de carga líquida: La carga líquida entra a los tanques de carga por esta línea, que tienen una válvula instalada en el domo para poder controlar el flujo líquido; esta línea llega al fondo del tanque.
- Línea de descarga líquida: La carga líquida es descargada desde el tanque por esta línea que viene del fondo del tanque y dependiendo del tipo de buque puede tener o no tener bomba.
- Línea de barrido: Algunos tanques tienen esta línea de barrido para descargar los residuos del líquido que deja la bomba principal.
- Línea de retorno condensado: Línea por lo cual el relicuado retorna al tanque.
- Línea de inyección de alcohol: Antes de iniciar la carga de una carga refrigerada se inyecta alcohol (metanol) por esta línea hacia el pozo de las bombas para prevenir cualquier formación de hielo en las bombas o en el pozo.
- Línea de retorno de vapores: Por esta línea salen los vapores de la carga cuando se descarga y carga a un terminal que posee esta conexión.

12.15.3 Elementos internos del tanque de carga

- Bombas de carga: Bombas de tipo profundo o sumergidas, están ubicadas en el fondo del tanque y conectadas a la línea de descarga.
- Sensor de nivel alto: Este dispositivo está instalado en el interior del tanque y se activa cuando el líquido lo alcanza produciendo una alarma.
- Líneas de rociadores: Se utiliza cuando es necesario rociar la carga con motivo de enfriarlo.

12.15.4 Evaluación de la atmósfera del tanque

La atmósfera de tanques y de otros espacios cerrados debe examinarse mediante los instrumentos adecuados:

- Tankscope, para determinar el porcentaje de hidrocarburos en una atmósfera inerte o rica en hidrocarburos.
- Oxímetro para determinar el nivel de oxígeno.
- Explosímetro para determinar el nivel de inflamabilidad.
- Dräger para determinar la toxicidad en ppm.

12.15.5 Prevención del fuego y equipos contra incendios

Las fuentes de ignición más comunes son fósforos, chispas eléctricas y cigarrillos encendidos.

Debido a esto se debe:

- Prohibir fumar, excepto en lugares establecidos dentro del buque.
- Prohibir llevar fósforos o encendedores fuera de la ciudadela.
- Llevar equipo eléctrico aprobado ya sea fijo o portátil.
- Mantener sobrepresión en los espacios que se consideran libres de gas dentro de la zona de carga.
- Suspender operaciones de carga/descarga si hay tormenta eléctrica.
- Mantener estricto control sobre las condiciones de uso de herramientas.

Los tres métodos principales de controlar un incendio son:

- Remover el oxígeno (smothering)
- Enfriamiento (Reducción de la fuente de ignición)
- Inhibición del proceso de quemado (burning process)

12.15.6 Prevención de la contaminación

Hay muchas causas de contaminación, tales como:

- Rebose de carga al cargar o relicuar. En tales casos el agua puede ser contaminada por la carga, dependiendo de su solubilidad en el agua. Los vapores involucrados en tales casos contaminarán la atmósfera.
- Una rotura de líneas de carga.
- Una nube de vapores de la carga que salga a la deriva causada por una ineficiencia en el manejo de la carga o un fallo en el sistema de contención.
- Una echazón de carga de gas en emergencias extremas, podría causar una gran contaminación. Nunca deben hacerse echazones en puerto o cercanías de la costa o proximidades a otros buques.

12.15.7 Equipos de seguridad y protecciones

SOLAS requiere que todo buque lleve al menos dos equipos de seguridad completos para protección de la tripulación. Cada uno de estos debe tener un SCBA de capacidad mínima de 1200 litros de aire libre, ropa protectora, guantes, botas, gafas, cabo de rescate con alma de acero y cinturón, lámpara antideflagrante, camilla de rescate, oxígeno de baja presión y una botella de repuesto por cada SCBA.

12.15.8 Potencia eléctrica del sistema de LPG en cubierta.

Cada tanque Llevará una bomba de pozo profundo de 50 m³/h que permita descargar los tanque en 2 horas y media.

Para la inertización del tanque de LPG se requiere un volumen entre 1,1 a 4 veces el volumen del tanque. 500 m³ de gas inerte hará falta en el peor de los casos, para cada tanque.

Se dispondrán unas botellas presurizadas con CO₂ las cuales introducirán el CO₂ cuando detecte el sistema una caída de presión. 893 Kilos harán falta por lo tanto si las botellas son de 50 kg: 18 botellas de CO₂ para cada tanque.

La potencia de las bombas de pozo profundo será:

$$Pot = \frac{50 \cdot 180 \cdot 9,81 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,6} = 40,88 \text{ kW}$$

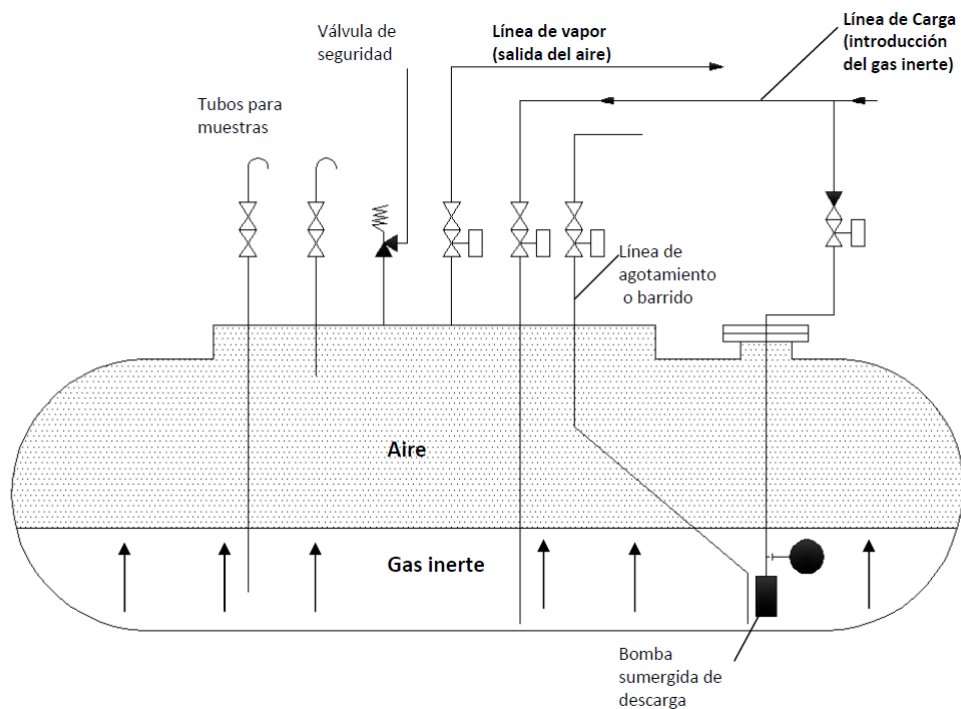


Fig. 12.1. – Inertizado a través del Método de Desplazamiento con gas inerte.

12.16 SERVICIO SANITARIO

12.16.1 CIRCUITO DE AGUA POTABLE

12.16.1.1 TANQUES DE AGUA POTABLE

Se estima que el máximo que cada persona gasta al día son 100 litros. Por lo tanto:

$$100 \cdot 15 = 1500 \text{ litros al día}$$

$$1500 \cdot 15 = 22500 \text{ litros} = 22,5 \text{ m}^3$$

Aplicando un margen de reserva de 10% queda en un total de 25 m^3 , distribuidos en dos tanques.

12.16.1.2 TANQUE DE HIDRÓFORO

Para dimensionar el tanque hidróforo se supondrá que el mayor consumo se produce por la mitad de la tripulación consumiendo 0,1 l/s. Esto supone un caudal de la bomba de alimentación de unos $5 \text{ m}^3/\text{h}$.

La presión diferencial de la bomba ha de ser tal que el agua del tanque almacén pueda llegar y salir por el servicio más alto, pasando por el tanque de hidróforo. Se dispondrán la bomba y el tanque hidróforo en la primera plataforma con lo que, suponiendo una presión de salida del servicio de 15 m.c.a y una presión de aspiración de la bomba de 3,3 m.c.a. Unas pérdidas en el circuito de 5 m.c.a y dado que la altura del último servicio de agua sanitaria está a unos 8 metros más o menos de altura sobre el tanque, la presión diferencial del tanque será de:

$$8 + 5 + 15 - 3,3 = 24,7 \text{ m. c. a}$$

Se determinará el volumen del tanque de hidróforo con el producto del volumen del agua que se podría acumular durante seis arrancadas de la bomba de 50 segundos y la relación de presiones de arranque y parada de la bomba, tomándose un 15% de margen para reservar una zona de decantación en el tanque:

$$v = 1,15 \cdot \left(\frac{4}{3600} \cdot 6 \cdot 50 \right) \cdot \left(\frac{(8 + 5 + 15) + 10}{15} \right) = 1 \text{ m}^3$$

12.16.1.3 BOMBAS DE AGUA POTABLE

Se dispondrá dos bombas, una de ellas de reserva, para este servicio. Su caudal será de 5 m³/h y su diferencia de presiones de trabajo de 40 m.c.a. Tomando como rendimiento de la bomba y su accionamiento un 0,60. La potencia absorbida por la misma será de 0,91 kW.

12.16.1.4 CALENTADOR DE AGUA SANITARIA

Para dimensionar el tamaño del calentador se tomará como requisito el que una dotación de tripulación de guardia entera pueda realizar su consumo de agua caliente diaria simultáneamente. Para ello se considera:

Número de personas 15/3 = 5

Consumo de agua caliente (25% consumo diario por persona) = 25 litros

Con lo que la capacidad del calentador deberá ser de 25 x 5 = 125 litros

Además se impondrá que pueda calentarse el agua de 20 °C a 60°C en un máximo de 2 horas.

$$P = \frac{C_e \cdot m \cdot \Delta T}{t}$$

$$P = \frac{4,1813 \cdot 125 \cdot 40}{2} = 10453,25 \frac{kJ}{h} = 2,9kW$$

Esta energía se extraerá del calor sobrante de la refrigeración de los motores.

12.16.1.5 BOMBA DE CIRCULACIÓN DE AGUA CALIENTE

Se dispondrán dos bombas de 3 m³/h y 40 m.c.a con un rendimiento de 0,60. La Potencia absorbida por cada bomba será de 0,54 kW. El circuito de agua caliente será de doble lazo cerrado para que se disponga en cualquier punto de agua caliente.

12.16.3 EQUIPO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Según MARPOL regla 9 del capítulo 3 del anexo IV, el buque deberá disponer alternativamente de uno de los tres sistemas de tratamiento de aguas residuales:

- *Un sistema de tratamiento de las aguas residuales que cumpla con los parámetros de calidad de agua efluente requeridos.*

- *Un sistema de desinfección de las aguas previo a su vertido junto a un tanque de almacenamiento de las aguas que no puedan verterse en navegaciones a menos de 3 millas de la costa.*
- *Un tanque que permita el almacenamiento de todas las aguas residuales producidas durante el tiempo en que no puedan ser vertidas al mar o a un punto de descarga en puerto. Dicho tanque deberá disponer de sistemas para cuantificar visualmente su nivel de llenado.*

Por otra parte el convenio MARPOL en la regla 11 del capítulo 3 del anexo IV contempla la posibilidad de descarga directa de aguas residuales en aguas a más de 12 millas de la costa siempre que el buque navegue a más de 4 nudos y a un ritmo de vertido moderado que deberá ser aprobado por la administración competente.

Se considera que el buque que se diseña está previsto para navegaciones no muy alejadas de la costa. En este supuesto no podrá descargar al mar muy a menudo.

Al tener una autonomía de 15 días no se considera justificado disponer de una planta de tratamiento de aguas residuales para el escaso tiempo de aproximación y alejamiento de la costa.

Por lo tanto se opta por la dotación de un tanque de almacenamiento de aguas residuales que podrá ser vaciado en el puerto de destino o bien en navegaciones a más de 12 millas de la costa y con las consideraciones de vertido contempladas en el convenio MARPOL.

Se estima la capacidad de dicho depósito de aguas fecales considerando que todo el consumo de agua por persona se convierte en agua fecal. Este consumo se estimó en 100 l/día por persona.

La navegación en la que el buque no puede descargar al mar se considera de 7 días, la mitad de la autonomía del buque.

Con estos supuestos:

$$100 \cdot 15 \cdot 7 = 10500 \text{ litros} = \mathbf{10,5 m^3}$$

Según el convenio MARPOL, dicho tanque deberá presentar medios visuales de cuantificación de su estado de carga.

12.17 PROPULSOR DE PROA

Con el fin de facilitar las maniobras del buque en el atraque y desatraque y en su paso por el canal y los ríos se instala un “bow thruster” o también llamado propulsor de proa que permite un desplazamiento transversal de la proa del buque.

Según se indica en el libro “Proyecto básico del buque mercante”, la potencia necesaria para un propulsor de proa puede estimarse en función del desplazamiento:

$$Potencia = K \cdot desplazamiento^{2/3}$$

$$Potencia = 0,75 \cdot 8579,6548^{2/3} = 315 \text{ Hp} = 235 \text{ kW}$$

12.18 BOMBAS DE CÁMARA DE MÁQUINAS

12.18.1 BOMBAS DE F.O Y D.O

Como hemos visto en el cuaderno 10 y en la Project guide del motor, nuestro barco llevará cuatro bombas de HFO de suministro, cuatro bombas de circulación de Fuel oil, 2 bombas de diesel oil, una bomba de trasiego de HFO y una bomba de trasiego de MDO, una bomba para las purificadoras de HFO y una bomba para la de MDO.

- Las de suministro de HFO serán de 0,33 m³/h con una presión de descarga de 4 bares.
- Las de circulación de fuel oil serán de 0,68 m³/h con una presión de descarga de 8 bares.
- Las de diesel oil serán de 0,68 m³/h y con una presión de descarga de 4 bares.
- La bomba de trasiego de HFO será de 4,52 m³/h con una presión de descarga de 4 bar.
- La bomba de trasiego de diesel oil será de 5 m³/h con una presión de descarga de 4 bar.
- Las bombas de las purificadoras serán de 0,452 m³/h con una presión de descarga de 5 bar.

Por lo tanto las potencias serán las siguientes:

$$Pot = \frac{0,33 \cdot 40,8 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = 0,043 \text{ kW}$$

$$Pot = \frac{0,68 \cdot 81,6 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = 0,178 \text{ kW}$$

$$Pot = \frac{0,68 \cdot 40,8 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{0,089 \text{ kW}}$$

$$Pot = \frac{4,52 \cdot 40,8 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{0,60 \text{ kW}}$$

$$Pot = \frac{5 \cdot 40,8 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{0,66 \text{ kW}}$$

$$Pot = \frac{0,452 \cdot 51 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{0,074 \text{ kW}}$$

12.18.2 BOMBAS DE REFRIGERACIÓN

Bombas de refrigeración llevaremos 6 (3 para cada motor) que llamaremos de baja temperatura de agua salada. Sus características son:

- 52 m³/h a una presión de 2,5 bares

$$Pot = \frac{52 \cdot 25,5 \cdot 9,8 \cdot 1026}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{4,4 \text{ kW}}$$

Bombas de refrigeración centrales, 6 (3 para cada motor) también de agua dulce.

- 52 m³/h a una presión de 2,5 bares

$$Pot = \frac{52 \cdot 25,5 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = \mathbf{4,3 \text{ kW}}$$

Bomba de refrigeración a alta temperatura llevaremos 4 (2 para cada motor) para refrigeración de camisas. Moverán agua dulce.

- 30 m³/h a una presión de 2,5 bares

$$Pot = \frac{30 \cdot 25,5 \cdot 9,8 \cdot 1000}{3600 \cdot 0,85} = 2,5 \text{ kW}$$

Bomba de aceite de lubricación llevaremos 6 (una en cada motor principal). Y serán controladas por los motores auxiliares.

- 17 m³/h a una presión de 5 bares.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALVARIÑO CASTRO, Ricardo., AZPÍROZ AZPÍROZ, Juan José y MEIZOSO FERNANDEZ, Manuel. *El proyecto básico del buque mercante*. Madrid: Fondo editorial de ingeniería Naval, Colegio Oficial de ingenieros Navales. ISBN: 84-921750-2-8.
2. JUNCO OCAMPO, Fernando. *Proyectos de buques y Artefactos. Selección de configuración: Dimensiones y coeficientes*. Ferrol: Escuela Politécnica Superior, Universidad de A Coruña, 2003. ISBN: 84-688-3364-9.
3. RUSSIAN MARITIME REGISTER OF SHIPPING. *Rules for the classification and construction of sea-going ships, Volume 1 and 2*.